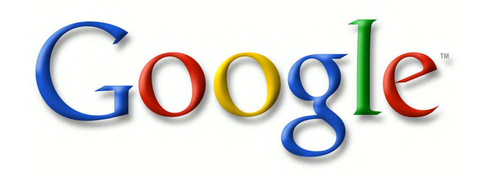
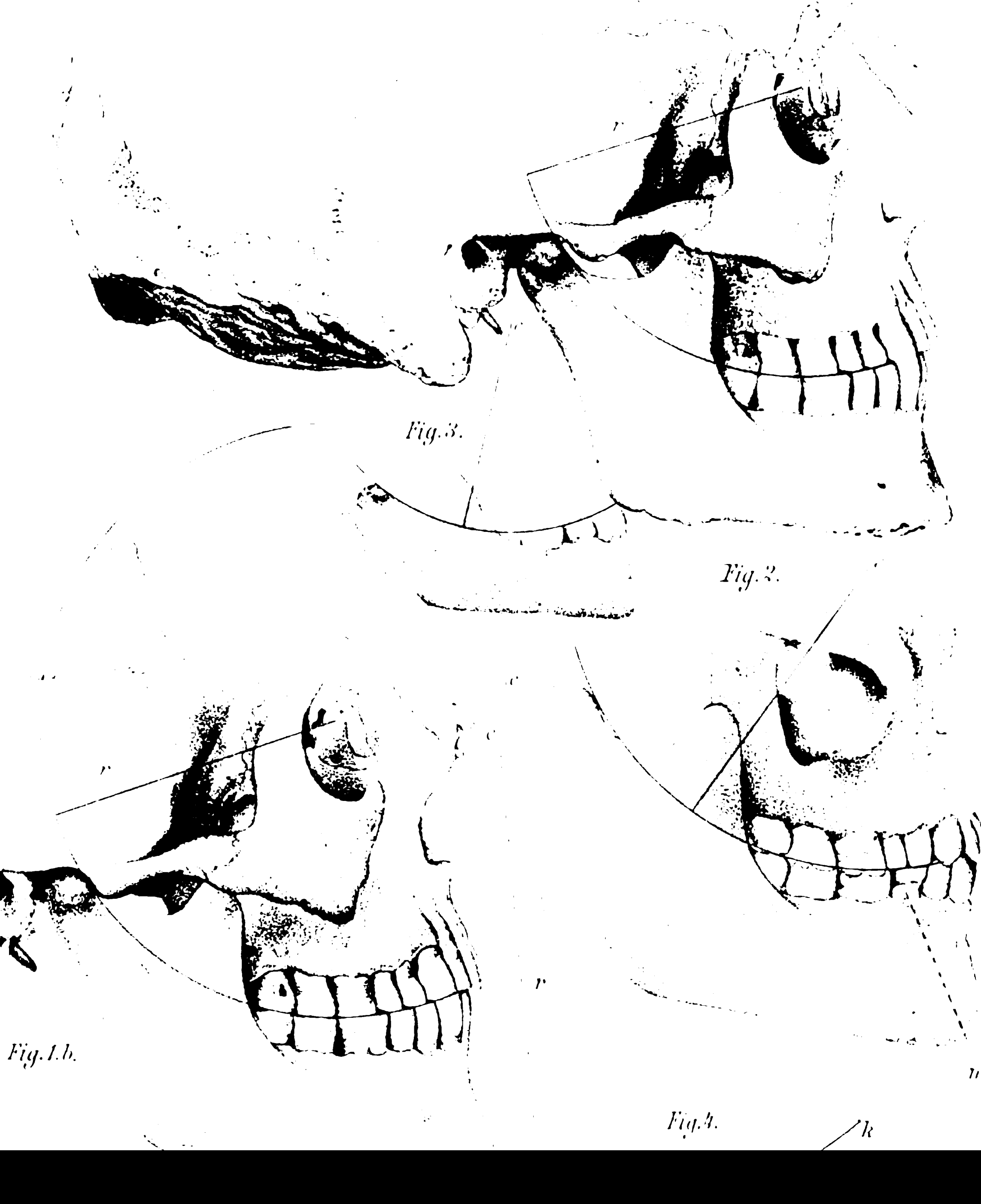
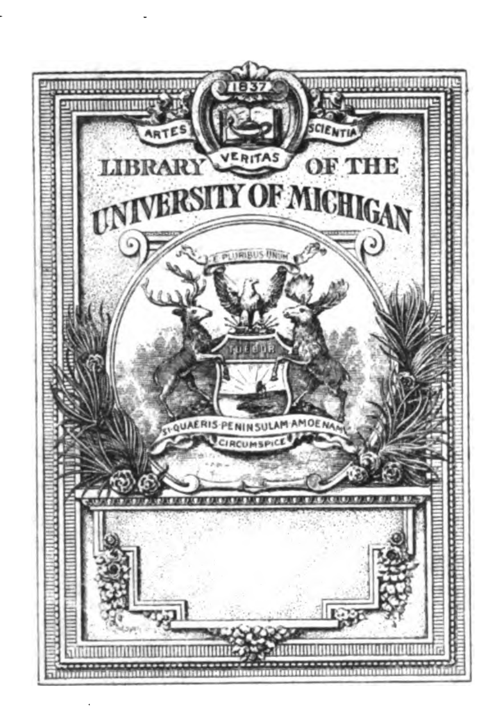


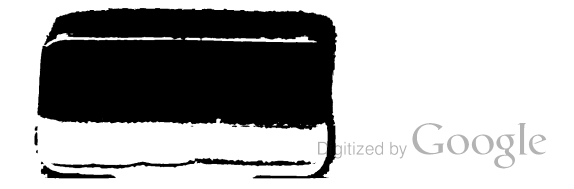


Archiv für Anatomie und Entwickelungsgeschichte





1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE



ARCHIV

FÜR

ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE.

FORTSETZUNG DES VON REIL, REIL U. AUTENRIETH, J. F. MECKEL, JOH. MÜLLER, REICHERT U. DU BOIS-REYMOND HERAUSGEGEBENEN ARCHIVES.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. WILH. HIS UND DR. WILH. BRAUNE,
PROFESSOREN DER ANATOMIE AN DER UNIVERSITÄT LEIPZIG,

UND

DR. EMIL DU BOIS-REYMOND,
PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE AN DER UNIVERSITÄT BERLIN.

JAHRGANG 1890.

ANATOMISCHE ABTHEILUNG.

LEIPZIG,
VERLAG VON VEIT & COMP.
1890.

ARCHIV

FÜR

ANATOMIE

UND

ENTWICKELUNGSGESCHICHTE.

ANATOMISCHE ABTHEILUNG DES

ARCHIVES FÜR ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE,

ZUGLEICH FORTSETZUNG DER

ZEITSCHRIFT FÜR ANATOMIE UND ENTWICKELUNGSGESCHICHTE.

UNTER MITWIRKUNG VON

PROF. JOH. v. GERLACH IN ERLANGEN, PROF. W. HENKE IN TÜBINGEN, PROF. V. HENSEN IN KIEL, PROF. J. KOLLMANN IN BASEL, PROF. C. KUPFFER IN MÜNCHEN, PROF. FR. MERKEL IN GÖTTINGEN, PROF. HERM. VON MEYER IN ZÜRICH, PROF. G. RETZIUS IN STOCKHOLM, PROF. NICOLAS RÜDINGER IN MÜNCHEN, PROF. G. SCHWALBE IN STRASSBURG, PROF. HERM. WELCKER IN HALLE

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. WILH. HIS UND DR. WILH. BRAUNE.

PROFESSOREN DER ANATOMIE AN DER UNIVERSITÄT LEIPZIG.

JAHRGANG 1890.

MIT ZAHLREICHEN ABBILDUNGEN IM TEXT UND 24 TAFELN.

LEIPZIG,

VERLAG VON VEIT & COMP.

1890.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Inhalt.

Der suprasternale Spaltraum des Halses.

Von

K. Taguchi,
Professor der Anatomie an der kaiserlichen Universität zu Tokio.

(Aus dem ersten anatomischen Institut zu Berlin.)

(Hierzu Taf. I.)

In dem interfascialen Raume oder Spalt, welcher zwischen den Blättern der Halsfascie sich befindet und mit lockerem Bindegewebe sowie mit Fettgewebe gefüllt ist, sammelt sich manchmal Eiter unter pathologischen Verhältnissen. Diesen Raum genauer kennen zu lernen, ist demnach sowohl für die wissenschaftliche als auch für die practische Medicin von Wichtigkeit, da es darauf ankommt, die Richtungen der Senkungsprocesse zu bestimmen.

Die interfascialen Räume am Halse sind vielfach beschrieben worden; man findet Angaben darüber bei Allan Burns,[1] Alf. Velpeau,[2] R. Froriep,[3] Ph. Fréd. Blandin,[4] J. F. Malgaigne,[5] J. C. Pétrequin,[6] G. Ross[7] und einigen anderen älteren Autoren.

Die gegebenen Beschreibungen stimmen aber unter sich nicht überein, und die neuerdings gegebenen Schilderungen der Spalträume am Halse

---

[1] *Bemerkungen über die chirurgische Anatomie des Kopfes und Halses.* Halle 1821. S. 2

[2] *Abhandlung der chirurgischen Anatomie.* Weimar 1826. Abth. I. S. 184.

[3] *Medicinische Zeitung.* Herausgegeben von dem Vereine für Heilkunde in Preussen. 1834. Nr. 28.

[4] *Traité d'anatomie topographique.* Edition II. Paris 1834. S. 193.

[5] *Traité d'anatomie chirurgicale.* Paris 1838. t. II.

[6] *Handbuch der medicinisch-chirurgischen und topographischen Anatomie.* Erlangen 1845. S. 124.

[7] *Handbuch der chirurgischen Anatomie.* Leipzig 1848. S. 350.

weichen von den älteren Vorstellungen ebenfalls ab; der Grund davon ist wohl in der verwickelten Anordnung der Halsfascie zu suchen.

Die Schilderung der zwischen den Halsfascien bleibenden Spalten hängt natürlich von der Beschreibung der Halsfascie selbst ab; wir müssen also bei den verschiedenen Autoren Werth darauf legen, wie sie die Halsfascie darstellen.

P. Tillaux[1] unterscheidet an der Halsfascie drei Blätter, ein oberflächliches, ein mittleres und ein tiefes; das oberflächliche Blatt (Fascia superficialis colli) ist einfach, erstreckt sich vom Zungenbein bis zum Manubrium sterni und bildet eine Scheide für den M. sternocleidomastoideus). Das mittlere Blatt, welches unter dem Zungenbein und auf dem Kehlkopf mit dem oberflächlichen Blatt untrennbar verschmolzen ist und eine Scheide für die Mm. sterno-hyoidei und sterno-thyreoidei bildet, besteht aus einer vorderen und einer hinteren Lamelle, zwischen welche die genannten Muskeln sich einschieben. Zwischen dem oberflächlichen Blatte der Halsfascie und der vorderen Lamelle des mittleren Blattes bleibt ein dreieckiger Raum mit unterer Grundlinie, die durch das Sternum gebildet wird.

Unter dem „tiefen Blatte“ versteht Tillaux die auch als Fascia praevertebralis beschriebene fibröse Lamelle, welche die praevertebralen Halsmuskeln (Longus colli und Longus capitis) deckt.

F. Führer,[2] Joseph Hyrtl,[3] J. Henle,[4] W. Krause,[5] Quain[6] und Gray[7] beschreiben in der Jugulargegend einen dreieckigen Spaltraum (W. Krause's sog. Suprasternalspalte) zwischen dem oberflächlichen Blatt (Fascia superficialis colli) und dem tiefen Blatt (mittleres Blatt, Tillaux) der Fascia cervicalis, da diese Autoren nur zwei Blätter der Fascia cervicalis unterscheiden.

Leopold Dittel[8] und H. Luschka[9] fassen das oberflächliche Blatt der Halsfascie (Fascia superficialis colli), entgegen P. Tillaux, Hyrtl, J. Henle, W. Krause, Quain und einigen anderen Autoren als aus zwei Blättern bestehend auf, die Dittel als vorderen und hinteren Schen-

---

[1] *Traité d'anatomie topographique.* Edition V. Paris 1887. p. 459.

[2] *Handbuch der chirurgischen Anatomie.* Berlin 1857. S. 421.

[3] *Handbuch der topographischen Anatomie.* Wien 1860. 4. Aufl. Bd. I. S. 440.

[4] *Handbuch der Muskellehre des Menschen.* Braunschweig 1871. 3. Aufl. S. 138.

[5] *Handbuch der menschlichen Anatomie.* Hannover 1879. Bd. II. S. 175.

[6] *Elements of anatomy.* Edition IX. 1882. Vol. I. S. 289.

[7] *Anatomy descriptive and surgical.* Edition XI. London 1887. S. 341.

[8] *Die Topographie der Halsfascien.* Wien 1857.

[9] *Die Anatomie des menschlichen Halses.* Tübingen 1862. S. 429.

kel der Lamina anterior bezeichnet; die Fascia profunda colli (gleich dem mittleren Blatt von Tillaux) zieht als einfaches Blatt in der mittleren Halsgegend, wie Dittel beschreibt, von der hinteren Fläche des Manubrium sterni an, vor beiden Venae thyreoideae inff. bis zum Schildknorpel und zum Zungenbein hinauf. In der Regio carotidea zieht dies Blatt vom Sternoclavicular-Gelenke an gegen die Carotis hinauf und verliert sich in die Gefässscheide. Nun geben beide Autoren an, dass der vordere und hintere Schenkel ihrer „Lamina anterior" während des Aufsteigens in ein Blatt verschmelze; sie finden über dem Manubrium sterni, in der Fossa suprasternalis einen kleinen dreieckigen Raum, zwischen beiden Schenkeln der Lamina anterior.

Auch Kr. Paulsen[1] fand bei Untersuchung mehrerer Leichen, dass der Raum oberhalb des Sternum zwischen zwei Lamellen des oberflächlichen Blattes der Halsfascie gelegen sei.

W. Gruber[2] beschreibt den in Rede stehenden Raum als einen von unten nach oben in sagittaler Richtung allmählich verengerten und in transversaler Richtung allmählich verbreiterten vierseitig keilförmigen Sack von verschiedener Höhe, welcher durch eine Oeffnung (Porta spatii intraaponeurotici suprasternalis) mit einem über dem Sternalende des Schlüsselbeins und hinter dem Sternalursprung des M. sternocleidomastoideus gelegenen Blindsack (Saccus coecus retro-sternocleidomastoideus) communicirt und Bindegewebe mit Fett, den queren Theil der V. subcutanea colli ant., Lymphgefässe und zuweilen Lymphdrüsen enthält; F. Führer (a. a. O. S. 425) bezeichnet ihn als einen conischen, von Fett und einigen Drüsen ausgefüllten Raum, dessen Basis an der Luftröhre sich befindet.

Der Raum wird von W. Krause (a. a. O.) als eine in der Fossa suprasternalis zwischen den Ursprüngen des rechten und linken M. quadrigeminus capitis gelegene, seitlich hinter das Caput sternale desselben sich erstreckende und mit der Spitze nach oben gerichtete, dreieckige Spalte betrachtet, deren hintere Wand von den Mm. sternohyoidei begrenzt wird. Der Raum enthält die V. superficialis colli horizontalis, Fettgewebe, auch wohl Lymphdrüsen (Gl. cervicales superficiales).

Nach Dittel (a. a. O. S. 5) ist die Basis dieses dreieckigen Raumes durch das Manubrium sterni gebildet, die Breite durch den Abstand der Sternalinsertionen beider Kopfnicker begrenzt, und beträgt die Höhe $^1/_2$ bis $1^1/_2$ Zoll. Der Raum enthält constant etwas Fett und das venöse Bogengefäss, welches die beiden Venae jugulares anteriores verbindet.

---

[1] Ueber die Fascien und die interfascialen Räume des Halses. *Deutsche Zeitschrift für Chirurgie.* Bd. XXIII. 3 u. 4. S. 223—272.

[2] *Ueber das Spatium intraaponeuroticum suprasternale.* Petersburg 1868.

Nach Luschka (a. a. O. S. 431) entspricht die grösste Tiefe dieses Raumes der grössten Dicke des Brustbeinhandgriffes. „Der Raum enthält lockeren Zellstoff, welcher bei wohlgenährten Menschen von Fett reichlich durchsetzt ist, während im Zustande der Abzehrung nur Spuren desselben zu finden sind und daher jetzt die Fossa jugularis sehr tief erscheint." „In den Zellstoff ist der Arcus venosus anterior, d. h. eine kurze, quer verlaufende Vene eingelagert, welche die unteren Enden der Venae subcut. colli in Communication setzt." J. Henke[1] rechnet offenbar den hier zu schildernden Raum zu dem von ihm unter den Namen einer „praevisceralen Spalte" des Halses dargestellten Spatium, welches ein grösseres Gebiet umfasst.

Obgleich aus dem oben Gesagten sich ergiebt, dass ein interfascialer Raum oder eine interfasciale Spalte zwischen den Blättern der Halsfascie in der Fossa suprasternalis immer vorhanden ist, so ist es doch noch streitig, zwischen welchen Blättern der Halsfascie der interfasciale Raum liegt und wie weit er sich ausdehnt.

Nach den Ergebnissen meiner Untersuchungen, welche ich vom October 1887 bis April 1889 im I. anatomischen Institute zu Berlin gemacht habe, verhalten sich die Lage und die Grösse dieses interfascialen Raumes (des sogenannten Suprasternalraumes) vielfach anders, als man bis jetzt angenommen hat.

Ich möchte zunächst die Untersuchungsmethode, deren ich mich bediente, kurz mittheilen und dann meine Befunde über diesen interfascialen Raum genauer berichten.

I. Die Untersuchungsmethode.

Die Untersuchung ist von mir nach zwei bestimmten Injectionsverfahren ausgeführt worden.

1. wende ich sogenannte Hectographenmasse als warme Injectionsmasse an.

Die Masse erwärme ich auf dem Wasserbade bis zur vollständigen Lösung, färbe dieselbe durch etwas lösliches Berliner Blau; dann injicire ich die Lösung vermittelst einer Metallcanüle, welche an ihrem Ende eine kleine scheibenförmige Platte besitzt[2] und mit diesem Ende durch die Haut des unteren Theiles der Fossa suprasternalis hindurch in den interfascialen Raum möglichst leicht eingeführt werden kann. Es ist günstig, den

[1] *Beiträge zur Anatomie des Menschen mit Beziehung auf Bewegung.* Leipzig und Heidelberg. 1872.

[2] s. Waldeyer. Ueber Schrauben- und Scheibencanülen. *Anatomischer Anzeiger.* 1888. S. 743.

Leichnam im Wasserbade vorher auf Bluttemperatur zu erwärmen; es gelingt die Injection durch Handdruck ganz leicht. Der Leichnam bleibt, so lange die Masse noch flüssig ist, ruhig liegen. Nach der Gerinnung der Masse untersucht man, zwischen welche Theile des Halses dieselbe eingedrungen ist.

2. wende ich japanische Tusche als kalte, flüssige Injectionsmasse an.[1]

Ich injicire diese kalte, flüssige Masse vermittelst Einstichs durch die Haut des unteren Theiles der Fossa suprasternalis hindurch in den interfascialen Raum; oder, um das Resultat der Injection zu sichern, praeparire ich zuerst die Haut des betreffenden Theiles ab und lege das oberflächliche Blatt der Halsfascie frei, dann injicire ich auch mittelst Einstichs in denjenigen Theil der Halsfascie, der zwischen beiden Mm. sternocleidomastoidei sich ausspannt. Die Leiche bleibt, während die Tusche flüssig ist, auch möglichst ruhig liegen und nach der Erstarrung der Masse wird untersucht, wie weit sie vorgedrungen ist und wo sie liegt.

II. Der interfasciale Raum oder die interfasciale Spalte.

Nach der ersten Methode habe ich drei männliche Leichen, sowie drei Kinder von vier bis sieben Wochen injicirt; nach der zweiten Art eine männliche und eine weibliche Leiche behandelt. Die Befunde, nach Alter und Geschlecht geordnet, sind folgende:

1. Bei den drei Männern von 37—50 Jahren (Fig. 1), in deren interfascialen (suprasternalen) Raum ich Hectographenmasse eingebracht habe, erstreckte die Masse sich von der vorderen Fläche des oberen Randes des Manubrium sterni bis in die Mitte zwischen Sternum und Zungenbein und bildete ein Dreieck mit breiter, oberer Basis, welches zwischen den vorderen Rändern beider Mm. sternocleidomastoidei gelegen ist; unten wird die Masse von den Sternalursprüngen des rechten und linken M. sternocleidomastoideus begrenzt und bildet einen rundlichen Vorsprung, welcher den Raum zwischen den Sternalursprüngen dieser Muskeln ausfüllt. Seitlich geht die Injectionsmasse durch die Fossa supraclavicularis minor hinter der Sternalportion des M. sternocleidomastoideus hindurch bis zur Gegend des lateralen Randes der Portio clavicularis dieses Muskels hin, wird von der mittleren Abtheilung durch einen tiefen, grösseren Einschnitt, der genau hinter der Sternalportion des M. sternocleidomastoideus und vor der Scheide der grossen Halsgefässe gelegen ist, abgetrennt und bildet einen langen, rundlichen

[1] Vergl. K. Taguchi, Ueber kalte Injection mit japanischer Tusche. *Archiv für mikroskopische Anatomie.* Bd. XXXI. Hft. 4. S. 565.



Ausläufer, dessen Spitze nach oben und aussen hin gerichtet ist und von der Durchbohrungsstelle der V. jugularis externa 1 cm, von dem Mittelstück des Schlüsselbeins um 1·5 cm entfernt ist. Die Masse hat also die Gestalt eines sehr unregelmässigen Dreiecks, dessen abgerundete Spitze nach unten, dessen breite Basis nach oben hin sieht. Ihre Höhe, von der höchsten Stelle der Basis bis zur unteren Spitze gemessen, beträgt in der Mittellinie durchschnittlich 6.5 cm; ihre Breite von einer Seitenspitze bis zur anderen durchschnittlich 9·5 cm.

2. Bei einem Manne (22 Jahre), in dessen suprasternalen Raum ich japanische Tusche gebracht habe, erstreckt die Masse sich ebenfalls von der vorderen Fläche des oberen Randes des Manubrium sterni bis zur Mitte des Raumes zwischen Sternum und Zungenbein hin; ihre Basis ist aber nicht convex, sondern läuft in fünf grössere und kleinere Zacken aus.

Die mittelste dieser Zacken liegt in der Mittellinie des Halses. Zwei kleine Zacken jederseits zwischen dem M. sterno-thyroideus und dem M. sterno-hyoideus ungefähr bis zur Höhe des Ringknorpels; die beiden lateralen, grösseren verlaufen entlang dem äusseren Rande des M. sterno-hyoideus bis zur Kreuzungsstelle dieses Muskels mit dem vorderen Bauch des M. omo-hyoideus, und werden daher vom M. sternocleidomastoideus bedeckt.

Nach unten wird die Injection von den Sternalursprüngen des rechten und linken M. sternocleidomastoideus begrenzt und verhält sich genau ebenso, wie in den Fällen, die mit Hectographenmasse injicirt waren. Hinter der Sternalportion des M. sternocleidomastoideus geht die Tusche durch die Fossa supraclavicularis minor hindurch bis zum vorderen Theile der Fossa supraclavicularis major hin und sie bildet, da sie von ihren lateralen Zacken und vom Basistheile durch einen tiefen Einschnitt, welcher genau vor der Scheide der grossen Halsgefässe gelegen ist, getrennt wird, auch einen Ausläufer. Derselbe kehrt seine Spitze nach aussen und oben hin, wird oben durch den M. omo-hyoideus, unten durch das untere Ende der V. jugularis externa begrenzt, die hier die Halsfascie durchbohrt, um zu dem von der V. jugularis interna und subclavia erzeugten Winkel zu gelangen.

Die Höhe der Tuschmasse, von der Spitze der mittleren Zacke bis zur unteren Spitze gemessen, beträgt in der Mittellinie 7 cm; die Breite, von einer Seitenspitze bis zur anderen, 13 cm.

3. Bei einem Weibe von 27 Jahren (Fig. 2), in dessen suprasternalen Raum ebenfalls japanische Tusche eingebracht war, erstreckte die Masse sich gleichfalls von der vorderen Fläche des oberen Randes des Manubrium sterni bis zur halben Höhe des Halses und zeigte in ihrem Basistheile fünf kleinere und grössere Zacken; unterwärts eine rundliche Spitze und ver-

hielt sich genau ebenso, wie es bei dem mit japanischer Tusche injicirten Manne der Falle war.

Die seitlichen, in die Fossa supraclavicularis ziehenden Ausläufer verhalten sich auf beiden Seiten ungleich. Sie werden, wie beschrieben, durch eine Verengerung vom Mittelstück abgesetzt; links geht die Masse bis an die Vorderfläche des hinteren Bauches des M. omo-hyoideus, rechterseits überschreitet sie die V. jugularis interna nicht.

An der linken Seite steigt die V. jugularis externa vor dem Ausläufer von oben-aussen nach unten-innen herab und mündet in dem Winkel ein, den die V. jugularis interna und V. subclavia sinistra bilden; daher ist der Spaltraum hier von vorn-unten durch die V. jugularis externa, von hinten durch den M. omo-hyoideus derselben Seite begrenzt.

Obwohl die Masse rechterseits sich nicht ebenso weit wie linkerseits erstreckt, so steht sie zur V. jugularis externa beinahe in demselben Verhältnisse, wie links; sie bedeckt das untere Ende der V. jugularis interna dextra, wird aber von dem horizontalen Theile der V. subcutanea colli ant., welcher in das untere Ende der V. jugularis externa einmündet, von unten und von vorn her begrenzt. In diesem Falle mündet die V. jugularis externa in die V. jugularis interna derselben Seite ein.

Die Höhe der Masse, von der Spitze der mittleren Zacke der Basis bis zur unteren Spitze gemessen, beträgt in der Mittellinie 7·5 cm; die Breite, von der Mittellinie des Halses ab gemessen, links 6·5 cm; rechts 4 cm.

4. Bei den drei Kindern (von vier Wochen bis sieben Wochen), in deren interfascialen Raum ich Hectographenmasse eingebracht habe, erstreckt die Masse sich vom oberen Rande des Manubrium sterni bis zur halben Höhe nach dem Zungenbein hin und zeigt in ihrem Basistheile fünf kleine Zacken; unterwärts eine rundliche Spitze; seitlich einen grossen, langen Ausläufer und verhält sich genau ebenso, wie bei dem mit japanischer Tusche injicirten Manne.

Die Höhe der Masse, von der Spitze der mittleren Zacke der Basis bis zur unteren Spitze gemessen, beträgt durchschnittlich 2·8 cm; die Breite, von der Spitze eines Ausläufers bis zu der des anderen gemessen, durchschnittlich 4·2 cm.

In allen Fällen senkten sich Vv. subcutaneae colli antt. durch dasjenige Fascienblatt, welches zwischen den Sternalportionen des rechten und linken M. sternocleidomastoideus ausgespannt ist und die Masse von vorn bedeckt, in das Spatium ein.

Auf dem Medianschnitt (Fig. 3) und dem Horizontalschnitt befindet sich die injicirte Masse in allen Fällen zwischen demjenigen Blatt der

Halsfascie, welches die Mm. sterno-hyoidei und Mm. sterno-thyreoidei bis zu ihren Sternalursprüngen vorn bedeckt und sich auf der hinteren Seite des Sternum ansetzt, und demjenigen Blatt, welches jederseits eine Scheide für den M. sternocleidomastoideus bildet und sich auf der vorderen Fläche des Sternum ansetzt.

Auf dem Medianschnitt (Fig. 3) betrachtet liegt die obere Spitze der Masse vor dem Isthmus glandulae thyreoideae; die untere Basis erstreckt sich einerseits, entlang der vorderen Fläche des Manubrium sterni, bis zum Sternalursprung des rechten und linken M. sternocleidomastoideus, andererseits, entlang der hinteren Fläche desselben Knochens, bis zu den Ursprüngen des M. sterno-hyoideus und M. sterno-thyreoideus hin und umfasst daher das Lig. interclaviculare nebst einem oberen Theile des Manubrium sterni.

Auf dem Horizontalschnitt durch die breiteste Stelle der Masse entspricht diese Stelle beim Erwachsenen dem oberen Theil des zweiten Brustwirbelkörpers. Die Schnittebene ist durchschnittlich 2 cm höher als die Convexität des Aortenbogens gelegen, und trifft die A. anonyma brachio-cephalica nahe ihrer Theilungsstelle, die A. subclavia dextra in ihrem absteigenden Theile dicht an dem äusseren Rande des M. scalenus anticus, die A. carotis comm. sinistra 2 cm oberhalb ihres Ursprungs, die A. subclavia sinistra in ihrem aufsteigenden und ihrem absteigenden Theile (nahe dem äusseren Rande des M. scalenus anticus), die V. jugularis interna dextra und sinistra in ihren Ursprüngen, die Luftröhre 4 cm oberhalb der Bifurcation, das obere Ende des Brustkorbes und beide Lungenspitzen.

Beim Kinde entspricht die breiteste Stelle der Masse dem unteren Theile des ersten Brustwirbelkörpers. Die Schnittebene trifft die A. anonyma brachio-cephalica an ihrer Theilungsstelle, die A. carotis comm. sinistra 1 cm oberhalb ihres Ursprungs, die rechte und linke A. subclavia in ihrem Bogentheile, den Ursprung der V. jugularis interna dextra und sinistra, und den Brustkorb in seinem oberen Ende oberhalb der Lungenspitzen. Die Lungenspitzen wurden vom Schnitt nicht getroffen.

Also liegt die Injectionsmasse auf dem mittleren Blatte der Fascia cervicalis, wenn wir mit Tillaux drei Blätter unterscheiden und die Fascia praevertebralis als die tiefe (Fascia profunda) bezeichnen, und ist durch das oberflächliche Blatt (Fascia superficialis) der Fascia cervicalis von vorn bedeckt.

Nach dem oben Mitgetheilten ergiebt sich, dass ein kleiner interfascialer Raum, wie er von mehreren Autoren als Suprasternalraum oder Suprasternalspalte bis jetzt beschrieben worden ist, zwischen dem oberflächlichen und dem tiefen Blatte der Fascia cervicalis über dem Manu-

brium sterni nicht vorhanden ist, sondern vielmehr ein sehr grosser interfascialer Raum, dessen Grösse und Gestalt genau durch Injection dargestellt wird, und ferner, dass der Raum im Allgemeinen in der Jugend grösser als im Alter ist; besonders bei Kindern ist der Raum verhältnissmässig gross.

Obwohl das Lig. interclaviculare von den meisten der oben genannten Autoren als die Ursprungsstelle des oberflächlichen Blattes der Fascia cervicalis betrachtet und von Dittel (a. a. O., S. 5) als Ursprungsstelle des „hinteren Schenkels der Lamina anterior“ bezeichnet worden ist, so habe ich jedoch niemals den Ursprung des oberflächlichen Blattes der Halsfascie in diesem Bande gefunden, weil die Injectionsmasse jedenfalls das Lig. interclaviculare und einen obersten Theil des Manubrium sterni von oben her umfasst. Wenn ein Theil des oberflächlichen Blattes (hinterer Schenkel der Lamina anterior) der Fascie von dem Lig. interclaviculare entspringen würde, so ist hinlänglich klar, dass die Injectionsmasse durch diesen Theil verhindert werden müsste, bis zu den Ursprüngen der Mm. sterno-hyoidei und Mm. sterno-thyreoidei vorzudringen.

Nach meinen Untersuchungen entspringt das oberflächliche Blatt (Lamina anterior) der Halsfascie in der mittleren Halsgegend genau vor dem Theile der Vorderfläche des Manubrium sterni, der zwischen den Ursprüngen der Mm. sternocleidomastoidei liegt; weiter lateralwärts umfasst es den Ursprung der Sternalportion dieses Muskels. In der Gegend der Fossa supraclavicularis minor kommt das oberflächliche Blatt der Halsfascie von dem vorderen Umfange des Sternoclaviculargelenkes und des Sternalendes des Schlüsselbeines, wenn der Sternalursprung des M. sternocleidomastoideus von seinem Clavicularursprung ganz getrennt ist; es umfasst dann weiterhin den Ursprung der Clavicularportion des M. sternocleidomastoideus und entspringt in der seitlichen Halsgegend vom oberen Rande des Schlüsselbeins.

Das tiefe Blatt (Lamina media [Tillaux]) der Halsfascie entspringt in der Trachealgegend an der hinteren Fläche des Manubrium sterni theils von dem vorderen Umfange der Ursprünge der Mm. sterno-hyoidei und Mm. sterno-thyreoidei, theils als Fortsetzung des vorderen Umfanges des Herzbeutels von dem hinteren Umfange der Ursprünge derselben Muskeln, wie dies auch bereits von Luschka (a. a. O. S. 433), Tillaux (a. a. O., S. 560) und einigen anderen Autoren constatirt worden ist; in der Carotidengegend von dem hinteren Umfange des Sternalendes des Schlüsselbeins und von einem Theile des Knorpels der ersten Rippe, an der hinteren Seite des Sternoclaviculargelenkes und in der seitlichen Halsgegend von der hinteren Seite des Schlüsselbeins.

Im Aufsteigen bildet das oberflächliche Blatt in der Carotidengegend die Scheide für den M. sternocleidomastoideus, in der seitlichen Halsgegend

eine Art von Processus falciformis (Dittel, a. a. O., S. 6) und fliesst erst an den oben genannten Stellen mit dem tiefen (mittleren, Tillaux) Blatte zusammen, welches in der Trachealgegend die Scheide für die Mm. sterno-hyoidei und Mm. sterno-thyreoidei bildet und längs dieser Muskeln vor der Trachea und der V. thyreoidea inferior oder ima hinaufsteigt; in der Regio carotidea zieht das oberflächliche Blatt vor der Scheide der grossen Halsgefässe in der seitlichen Halsgegend vor der A. und V. subclavia hin nach oben, und begrenzt mit dem tiefen Blatte zusammen den beschriebenen grossen interfascialen (suprasternalen) Raum.

Den HH. Professor Dr. Waldeyer und Custos Dr. Brösike sage ich für ihre freundliche Theilnahme bei dieser Arbeit meinen besten Dank.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. I.)

Fig. 1. Vordere Ansicht des Halses eines Mannes, in dessen Halsvenen und interfascialen (suprasternalen) Raum Hectographenmasse eingebracht worden ist.

Sm, Sm Portio sternalis des M. sternocleidomastoideus. *Sc, Sc* Portio clavicularis desselben Muskels. *Sc', Sc'* Portio clavicularis desselben Muskels, durchschnitten und nach abwärts umgeschlagen. *Stnh, Stnh* M. sterno-hyoideus. *Stt, Stt* M. sterno-thyreoideus. *Oh* rechter M. omo-hyoideus. *ji* Vena jugularis int. dextra. *je* Vena jugularis ext. sinistra. *Sca, Sca* senkrechter Theil der Venae subcutaneae colli anteriores. *Sca'* rechter horizontaler Theil der Vena subcutanea colli anterior, welcher in das untere Ende der Vena jugularis ext. derselben Seite einmündet. *Hm* injicirter suprasternaler Raum. *1* Obere Basis. 2 Untere Spitze. *3, 3* rechter und linker Ausläufer desselben.

Fig. 2. Vordere Ansicht des Halses eines Weibes, in dessen interfascialen (suprasternalen) Raum japanische Tusche eingebracht worden ist.

Scm, Scm durchschnittener und nach aussen und oben hin umgeschlagener Theil des rechten und linken M. sternocleidomastoideus. *Scm', Scm'* durchschnittener und nach abwärts umgeschlagener Theil desselben Muskels. *Oh, Oh* M. omo-hyoideus. *Ct* oberer Rand der cartilago thyreoidea. *ji, ji* Vena jugularis int. dextra nnd sinistra. *je, je* Vena jugularis ext. dextra und sinistra. *Sca* rechter horizontaler Theil der Vena subcutanea colli anterior, welcher in das untere Ende der Vena jugularis ext. dextra einmündet. *Cs* A. carotis comm. sinistra. *X* linker N. vagus. *dc* N. cervicalis descendens. *Tm* der injicirte suprasternale Raum. *1* Basis, *2* Spitze desselben. *3* linker Ausläufer desselben. *4* derjenige Theil desselben, welcher über das untere Ende der Vena jugularis int. dextra sich ausdehnt. *, * Medialer Rand der Scheide des M. sternocleidomastoideus.

Fig. 3. Rechte Hälfte des Medianschnittes der Portio infrahyoidea des Halses eines Kindes (aus dem ersten Lebensjahre), in dessen interfascialen (suprasternalen) Raum Hectographenmasse eingebracht worden ist.

H Haut. *Ms* Manubrium sterni. *Z* Zungenbein. *Gt* Glandula thyreoidea. *fs* oberflächliches Blatt (Fascia superficialis) der Fascia cervicalis. *fp* tiefes Blatt (Fascia profunda) der Fascia cervicalis. *Stnh* rechter M. sterno-hyoideus. *Stt* rechter M. sternothyreoideus. *Hm* Injectionsmasse.

Die kleine Zehe.

Eine anatomische Studie

Von

Dr. med. W. Pfitzner,
Privatdocenten und I. Assistenten am anatomischen Institut zu Strassburg i. E.

Daumen und Grosszehe sind zweigliederig, die übrigen Finger und Zehen des Menschen dreigliederig, das weiss jedes Kind. Und ebenso weiss Jeder, der sich irgendwie eingehender mit dem Fussskelet beschäftigt hat, dass auch die kleine Zehe nicht selten zweigliederig ist, indem Mittel- und Endphalange derselben durch eine als solche deutliche erkennbare Synostose mit einander verschmolzen sind. Dass Mittel- und Endglied an dem so entstandenen einheitlichen Knochen sich noch gut unterscheiden lassen, weist darauf hin, dass die Verschmelzung erst relativ spät erfolgt ist, und erweckt in uns das Gefühl, dass es sich um etwas so zu sagen Ungebührliches, etwas Pathologisches handle. Schon das ästhetische Gefühl des Anatomiedieners fühlt sich durch diese Verschmelzung so verletzt, dass er, namentlich wenn es gilt, ein recht schönes Skelet zu liefern, es vorzieht, die verkrüppelte Zehe durch Knochen, die er von einer anderen Leiche, und zwar durchaus nicht immer von der fünften Zehe, entnimmt, zu verbessern. Leider kommt aber diese Verschmelzung zu häufig vor, als dass es den Anatomiedienern möglich wäre, ihrem angeborenen Schönheitsgefühle (das sie ja auch in der Regel zu einer Vertauschung der Phalangen des zweiten und vierten Fingers sowie der Endphalangen der zweiten und dritten Zehe zwingt) in allen Fällen Genüge zu thun. Deshalb zeigen die in den anatomischen Sammlungen aufbewahrten Fussskelete die Verschmelzung noch genügend häufig, und dass diese Verschmelzung vorkomme, wird in den anatomischen Werken seit Anfang des vorigen Jahrhunderts — ältere Angaben habe ich nicht gefunden — erwähnt und abgebildet. Aber fast regelmässig wird dies Verhalten als ein pathologisches aufgefasst

und begründet. Als Beweis dafür möchte ich allein schon den Umstand anführen, dass die Verschmelzung in so manchen Lehr- und Handbüchern — von Leitfäden, bei denen Raumersparniss maassgebend gewesen sein könnte, sehe ich hier ab — gar nicht erwähnt wird: als Beispiel führe ich das Lehrbuch von Gegenbaur an. Ja, während Sömmerring in seiner Knochenlehre diese Abweichung beschreibt, hat R. Wagner die betr. Bemerkung in der von ihm besorgten neuen Ausgabe des Werkes fortgelassen.

Von den Autoren, deren Werke mir zugänglich waren,[1] haben das Vorkommen der Verschmelzung erwähnt bez. abgebildet: Aeby, Albin, Arnold, Bertin, Boyer, Cruveilhier, Disdier, Dursy, Hartmann, Henle, Hoffmann, Hollstein, Humphry, Hyrtl, Langer, Lieutaud, Loder, Loschge, Meckel, Monro, Quain, Sappey, Sömmerring, Walter, Winslow. Während nun Humphry das Vorkommen als „gelegentlich" bezeichnet, finden die Anderen es „nicht selten", „häufig" oder „sehr häufig", ja Lieutaud sogar „gewöhnlich". Und während die meisten ausdrücklich nur die fünfte Zehe als den Ort des Vorkommens bezeichnen, haben Lange und Arnold es „insbesondere" bei der fünften Zehe gefunden, Hollstein und Monro bisweilen, aber seltener, auch bei der vierten; Disdier und Walter fanden es bei der vierten und bei der fünften Zehe, Bertin, Henle und Meckel bei den „kleineren" Zehen, Aeby, Cruveilhier und Walter sprechen nur von Zehen im Allgemeinen. Boyer schliesslich will die Verwachsung (ohne anzugeben, bei welchen Zehen) sogar auch zwischen Grund- und Mittelphalangen gefunden haben. Letztere Angabe will mir nicht besonders glaubwürdig erscheinen; dagegen möchte ich die Möglichkeit, dass eine Verschmelzung zwischen Mittel- und Endphalange der vierten Zehe vorkommen kann, nicht bestreiten, obgleich ich selbst nie eine solche beobachtet habe. Ueberhaupt möchte manche dieser Angaben auf Ungenauigkeit im Ausdruck oder auf unüberlegte Verallgemeinerung zurückzuführen sein, was bei derartigen für absolut unwichtig gehaltenen Punkten durchaus nichts Seltenes ist — ich werde an anderem Orte dafür noch viel schlagendere Beispiele anführen können.

Ich habe erwähnt, dass eine Reihe von Autoren, denen das Factum selbst sicher bekannt war, das Vorkommen dieser Verwachsung zu erwähnen als überflüssig erachteten, und habe daraus geschlossen, dass sie eben die Verwachsung nicht als Varietät, sondern als etwas Pathologisches auffassten. Auch bei den Autoren, die das Vorkommen einfach registriren — Hartmann, Hoffmann, Hollstein, Humphry, Lieutaud, Quain, Söm-

[1] In dem angehängten Litteraturverzeichniss habe ich so vollständig als möglich alle Werke zusammengestellt, die hier möglicherweise in Betracht kommen konnten.

merring, Walter — deutet nichts darauf hin, dass sie darin eine anatomische Varietät sahen, vielmehr geht bei einigen aus dem Zusammenhang hervor, dass sie ebenfalls es als eine Art Verkrüppelung betrachteten. Auffallend ist es schon eher, dass sich Abbildungen derselben in den Kupferwerken von Albin und Loder finden (ohne dass im Text darauf Rücksicht genommen ist); während doch sonst nur möglichst normale Objecte dargestellt sind. Die Abbildungen sind bei beiden sehr charakteristisch; Albin bildet die gewöhnliche Form der Verschmelzung mehrfach ab, während Loder einen jener seltenen Fälle wiedergiebt, bei denen die Stelle der Verwachsung fast ganz verwischt ist.

Die Mehrzahl der Autoren bezeichnet ausdrücklich die Verschmelzung als pathologisch, und die Abstimmung ergiebt mit allen gegen eine Stimme als Urheber dieser Verkrüppelung die Civilisation, d. h. das Tragen von Schuhwerk und zwar von zu engem. Aeby, Bertin, Boyer, Disdier, Dursy, Hyrtl, Loschge bezeichnen kurzweg den Druck der Schuhe als die Ursache; Meckel fügt noch hinzu „unstreitig", während allerdings Henle und Langer sich mit einem „wahrscheinlich", Winslow sogar mit einem „möglicherweise" reserviren. Cruveilhier setzt hinzu: „hauptsächlich", denkt also an möglicherweise noch mitwirkende Nebenursachen, und Monro macht geradezu eine solche namhaft: die geringe Bewegung. Während die ersteren Autoren sich den Verlauf wohl so vorgestellt haben, dass der Reiz, den der beständige Druck des Schuhzeugs auf das betr. Gelenk ausübt, eine chronische Entzündung desselben und als Folge davon eine Verwachsung der Gelenkflächen bewirkt, nimmt Monro an, dass die durch den Schuhdruck bewirkte Immobilisation zu einem Schwund des Gelenkes als Folge des Nichtgebrauches führt.

Der einzige, der einen anderslautenden Urtheilsspruch fällt, ist Sappey und zwar ist sein Ausspruch wichtig genug, um hier wörtlich angeführt zu werden. Er sagt.:

„Les secondes et les troisièmes phalanges, comme tous les os qui s'atrophient, ont quelque tendence à se souder entre elles. A quarante ou cinquante ans, cette soudure se rencontre souvent sur le petit orteil."

Also er betrachtet diese Verschmelzung als eine Folge der allgemeinen Atrophie, der die Zehen (mit Ausnahme der ersten, setze ich hinzu) des menschlichen Fusses anheim gefallen sind — und diese Atrophie wiederum wäre vom Standpunkte der modernen Anpassungslehre aus etwa als Folge der Angewöhnung des aufrechten Ganges aufzufassen. Aber es ist sehr fraglich, ob Sappey nicht die Ursache der Atrophie auch im Schuhdruck gesucht hat, da er die Verschmelzung hauptsächlich erst im reiferen Alter auftreten lässt.

Gegenüber diesen allgemein gegen die ehrsame Schuhmacherzunft erhobenen Anschuldigungen muss es auffallen, dass gerade die zwei Autoren (Sömmerring und Camper), die eingehend die verunstaltende Wirkung irrationellen Schuhwerks auf Fuss und Fussskelet erörtern, sich in diesem Punkte stillschweigend ausschliessen, obgleich wenigstens der eine (Sömmerring) das Vorkommen dieser Verwachsung ausdrücklich erwähnt.

Ich selbst habe häufig genug Gelegenheit gehabt diese Verschmelzung zu studiren, da ich allein unter den 47 Füssen, die ich eigenhändig macerirt und zusammengesetzt habe, sie 13 Mal antraf. Um die Häufigkeit des Vorkommens einigermaassen bestimmen zu können, habe ich im verflossenen Winter das Verhalten bei allen genauer untersuchten Füssen auf den von Hrn. Professor Schwalbe auf dem hiesigen Praeparirsaal eingeführten anatomischen Zählkarten[1] notirt. Die Resultate ergeben nebenstehende Tabelle:

Tabelle I.

Rechts	Links	Männlich	Weiblich	Summa
normal	normal	11	13	24
normal	verwachsen	2	—	2
verwachsen	normal	1	—	1
verwachsen	verwachsen	4	10	14
normal	0	9	4	13
0[2]	normal	6	1	7
verwachsen	0	4	2	6
0	verwachsen	3	—	3

Wenn wir die auf Tabelle I enthaltenen Resultate nach den verschiedenen Gesichtspunkten ordnen, so erhalten wir zuerst auf die Frage, ob das gleiche Verhalten beiderseits überwiege, das Ergebniss, dass von 41 Leichen, die auf beiden Seiten untersucht wurden, nur drei einen gemischten Befund boten, während bei 38 Leichen das Verhalten auf beiden Füssen dasselbe war. Diesem Verhalten entspricht auch, dass die Verschmelzung auf dem rechten Fuss ebenso häufig vorkommt wie auf dem linken (siehe Tabelle II).

Tabelle II.

Von	111 Füssen,	60 rechten,	51 linken
waren normal	71 „	39 „	32 „
bestand Verwachsung . .	40 „	21 „	19 „
	= 36·0 Procent	35·0 Procent	37·3 Procent

[1] Vergl. Schwalbe und Pfitzner, Varietätenstatistik und Anthropologie. *Anatomischer Anzeiger.* 1889.

[2] 0 bedeutet nicht untersucht.

Man sieht, auch ohne den Procentsatz bis auf die erste Decimalstelle[1] auszurechnen, dass hier kein nennenswerther Unterschied vorliegt.

Sondert man die männlichen und weiblichen Füsse, so erhält man folgende Tabelle:

Tabelle III.

Von	111 Füssen,	58 männlichen,	53 weiblichen
zeigten die Verwachsung .	40 „	18 „	22 „
	= 36·0 Procent,	31·0 Procent	41·5 Procent

Es ist ein merklicher Unterschied vorhanden, der für ein durchgängig häufigeres Vorkommen der Verschmelzung beim weiblichen Geschlecht zu sprechen scheint. Allerdings könnte, wie das oben citirte Beispiel beweist, eine neue Untersuchungsreihe das Resultat leicht umwerfen.[2]

Indessen, lassen wir den Schuhdruck als Ursache gelten, so stimmt das von mir gefundene Resultat mit den *a priori* zu hegenden Erwartungen überein, denn bekanntlich ist das weibliche Geschlecht dem männlichen im geduldigen Ertragen von Schmerzen weit überlegen, namentlich wenn die Triebfedern in mehr idealen Regungen, wie hier dem angeborenen Schönheitsgefühl, gegeben sind. Gilt es diesem Triebe zu fröhnen, so werden keine Schmerzen, keine Belästigungen zu gross gefunden, mag es sich um Correction des Gebisses, um Herstellung einer Wespentaille oder um sonst eine Verschönerung handeln. Dass auch das Fussskelet willig und opferfreudig dargeboten wird, dass zu beweisen brauche ich nicht erst an die Füsschen der chinesischen Damen zu erinnern; man möge nur die Formen des weiblichen Schuhwerks unserer Länder und unserer Zeiten betrachten. Ob Stöckelschuhe oder nicht, eine gemeinsame Eigenschaft haben sie stets: sie sind zu klein, oder wenigstens zu eng.

Aber eins muss uns gegen die Theorie vom Schuhdruck misstrauisch machen: wir finden diese angebliche Verkrüppelung doch auch beim männlichen Geschlecht noch recht häufig — etwa in einem Drittel der Fälle.

---

[1] Zum Beweise, dass solche Ausrechnung bei so kleinen Zahlen auf Zahlenspielerei und Raumverschwendung hinausläuft, berufe ich mich auf das von mir an anderem Orte (Ueber die Ursprungsverhältnisse der A. obturatoria. *Anatomischer Anzeiger*. 1889. Nr. 16 und 17) gebrachte eclatante Beispiel, wo eine Varietät in der ersten Untersuchungsreihe (106 Fälle) 50·9 Procent, in der zweiten (120 Fälle) nur 25·8 Procent ausmachte!

[2] In dem angeführten Falle fand ich die Häufigkeit der Varietät bei der ersten Untersuchungsreihe für Männer 53·6 Procent, für Weiber 40·9 Procent; bei der zweiten für Männer 22·9 Procent, für Weiber 32·4 Procent; das erste Mal also 12·7 Procent Differenz zu Gunsten der Männer, das zweite Mal 9·5 Procent Differenz zu Gunsten der Weiber!



Nun giebt es zwar genug Mitglieder des starken Geschlechts, die an opferfreudigem Verschönerungstriebe nicht hinter dem anderen Geschlechte zurückstehen — erinnere ich mich doch, sogar einen zünftigen Anatomen in modernen Schnabelschuhen gesehen zu haben — aber die Gesellschaftsclassen, die hauptsächlich das Material für unsere Secirsäle stellen, sind zu vernünftig, um sich durch die Tortur zu enger Stiefel in ihrem Tagewerk behindern zu lassen.

Was mich persönlich indess veranlasst hat, die Richtigkeit der Theorie des Schuhdrucks zu bezweifeln, ist das sozusagen typische oder normale Aussehen der synostosirten Phalangen. Man hat ja Gelegenheit genug, an der grossen und selbst an der zweiten Zehe die Wirkung von entzündlichen Reizen auf die Gelenkflächen zu studieren. Da findet man Exostosen am Rande der Gelenkflächen; die letzteren sind zum Theil verödet, es haben sich neue Gelenkflächen angeschliffen; der Winkel, den die Gelenkspalte zur Längsaxe der Zehe bildet, ist verändert, u. s. w. Und was die Hauptsache ist, man findet alle Uebergänge vom normalen Verhalten bis zum Extrem der Verkrüppelung. Dass es nicht zu einer Synostose zwischen Grund- und Endphalange der grossen Zehe kommt, ist allerdings leicht verständlich, wenn man daran denkt, wie die grosse Zehe selbst bei grösster Einzwängung noch beim Gehen in Anspruch genommen wird.

Ganz anders verhält sich die kleine Zehe. Sie ist sehr selten verkrüppelt, da sie viel mehr geschützt ist. Man möge bedenken, dass die Krümmung der kleineren Zehen nichts unnatürliches ist. Vielmehr ist die gestreckte Stellung der grossen Zehe und eventuell noch der benachbarten Zehe erst als Anpassung an den aufrechten Gang entstanden, während die fibularen Zehen die ursprüngliche Krallenstellung beibehalten.[1] Wirkt nun der Schuhdruck, so trifft er bei den tibialen Zehen auf ganz andere Verhältnisse wie bei den fibularen. Bei der grossen (und eventuell der zweiten) Zehe greift der Druck hauptsächlich an der Spitze an und wirkt hier in fibularer Richtung. Bei ihrer gestreckten Stellung vermag die Zehe nicht nachzugeben, es entsteht im Interphalangealgelenk und, schwächer, im Metatarsophalangealgelenk eine übermässige Entlastung der tibialen und Belastung der fibularen Hälfte: naturgemäss wirkt dies auf die Wachsthumsvorgänge in der Weise ein, dass die Gelenkflächen sich mehr und mehr schief zur Längsaxe stellen Usur durch Druckschwund und directe Abschleifung (infolge der beständigen Bewegungen in diesen Gelenken beim

[1] Sehr deutlich sieht man dies bei Neugeborenen. Die fibularen Zehen stehen bei der Ruhe in fibularwärts zunehmender Flexion, während die beiden tibialen gestreckt sind. Beobachtet man die Bewegungen, die hier ja noch sehr ausgiebig und und sehr mannigfaltig sind, so sieht man, wie die drei fibularen Zehen auch bei stärkster Dorsalflection nie gerade gestreckt werden.

Gehen) wirken auf der fibularen Hälfte des Gelenks, Hyperplasie in Folge des mangelnden Gegendrucks auf der tibialen; entzündliche Reizung führt zur Bildung von Exostosen.

Die fibularen Zehen dagegen sind durch ihre Krallenstellung befähigt, dem Druck auszuweichen. Eine leichte Drehung im Metatarsophalangealgelenk, etwas ausgesprochenere (aber durchaus noch nicht unnatürliche) Flexionstellung der Interphalangealgelenke erlaubt der kleinen Zehe und ihren Nachbarn, sich dem grössten vom fibularen Rande her wirkenden Drucke zu accommodiren. Am tibialen Fussrande wirkt der Schuhdruck mehr oder minder auf die ganze Länge der grossen Zehe; am fibularen Fussrande wissen die Zehen ihm auszuweichen, der Druck wird aufgenommen vom Capitulum metatarsi V und findet einen zweiten nicht ausweichenden Punkt erst wieder in der Spitze der zweiten Zehe, die fest gegen die der ersten Zehe angepresst ist. Dank diesem Vermögen auszuweichen finden wir keine Entzündungserscheinungen, keine Exostosen an den Gelenken der fibularen Zehen. Die Immobilisation in Flexionsstellung lässt den nicht mehr benutzten dorsalen Theil des Knorpelüberzuges der Gelenkflächen schwinden; ferner lässt die Immobilisation den Krümmungsradius der Gelenkflächen immer grösser werden, so dass der überknorpelt bleibende Theil der Gelenkflächen schliesslich plan wird und es den Anschein gewinnt, als sei hier eine neue Gelenkfläche angeschliffen. Schliesslich führt die Immobilisation und der allseitige Druck in den unter einander zusammengedrängten Zehen eine allgemeine Atrophie herbei, die sich namentlich in den Endphalangen kundgiebt. Aber nirgends, wie gesagt, finden wir bei diesen Zehen Reizerscheinungen, ja man kann sagen, nirgends eigentliche Formveränderungen an den Phalangen dieser Zehen, wenigstens nicht der Art, wie bei den beiden tibialen Zehen; namentlich fehlen die artificiellen Verlagerungen der Gelenkflächen. Die Queraxe des ersten Interphalangealgelenks bildet mit der Längsaxe der fünften Zehe an der Fibularseite einen spitzen Winkel, umgekehrt die des zweiten Gelenks einen solchen an der tibialen Seite, so dass also die vordere und die hintere Gelenkfläche der Mittelphalange der fünften Zehe tibialwärts convergiren; aber der Winkel dieser Convergenz ist stets annähernd gleich, das Convergiren ist überhaupt normal. Wir finden mehr oder minder deutlich bei fast allen Säugethieren, dass die Queraxe des ersten und die des zweiten Interphalangealgelenks nach der Mittellinie des Fusses zu convergiren, also bei den tibialen Zehen fibularwärts, bei den fibularen tibularwärts. Anders ist es — in Folge der überwiegenden Ausbildung der Grosszehe — beim Menschen an der Tibialseite. Bei normalen Füssen, wo also die Gelenkflächen keine Spuren von Druckbeeinflussung zeigen, bildet die Queraxe der Interphalangealgelenke der ersten und zweiten Zehe einen rechten Winkel

mit der Längsaxe. Wird der Winkel ein spitzer — und zwar ist es dann ausschliesslich auf der fibularen Seite der Fall — so fehlen auch nie Reizungsproducte und Gelenkverlagerungen als Zeichen stattgehabten Schuhdrucks. Namentlich in dem zweiten Interphalangealgelenk der zweiten Zehe kann diese Schiefstellung sehr stark werden. Der Winkel aber, unter dem die hintere und die vordere Gelenkfläche der Mittelphalange convergiren, ist ein sehr wechselnder und steht stets im Verhältniss zu der Intensität der sonstigen Druckerscheinungen; während der entsprechende Convergenzwinkel der Mittelphalange der fünften Zehe, (bei gleicher sonstiger Ausbildung der Phalange, worüber nachher mehr) wie gesagt stets der gleiche ist, jedenfalls von der Intensität der Druck-, richtiger Immobilisationserscheinungen unabhängig ist. Ich muss dies hervorheben, weil eine starke Abflachung der Gelenkfläche zwischen Mittel- und Endphalange der fünften Zehe (als Folge der Immobilisation) in Verbindung mit der schon von vorn herein gegebenen Convergenz der vorderen und der hinteren Gelenkfläche eine wirkliche Verkrüppelung der Mittelphalange vortäuschen kann. — Noch weit mehr ist aber letzteres der Fall, wenn die Längsentwickelung der Mittelphalange der kleinen Zehe sehr zurückgeblieben ist. Hier handelt es sich erst recht nicht um Wirkungen des Schuhdrucks, sondern um angeborene (und sicher auch vererbte) Verschiedenheiten im Typus des Fussbaues. Wie es typische Hände mit langen und schlanken, und solche mit kurzen und plumpen Fingern giebt, ohne dass wir ähnliche Ursachen (wie etwa Handschuhtragen) dafür verantwortlich machen können, so giebt es auch langzehige und kurzzehige Fusstypen.[1] Die verschiedene relative Länge der einzelnen Zehe wird aber fast ausschliesslich durch die verschiedene Entwickelung der Mittelphalange bewirkt. Gewöhnlich ist die Mittelphalange der zweiten Zehe gut entwickelt,[2] die der dritten halbwegs, dagegen die der vierten und noch mehr die der fünften stark verkürzt. Bisweilen ist auch die der dritten gut entwickelt, sehr selten auch noch die der vierten, und ebenso selten sind alle vier rudimentär. Stets aber ist die der fünften Zehe rudimentär, d. h. statt der feinen gefälligen Gliederung in Basis, Mittelschaft und Kopfstück stellt sie ein ziemlich gestaltloses viereckiges Knöchelchen dar, gewöhnlich nicht ganz so lang wie breit. Die Länge kann ganz bedeutend unter das Maass der Breite sinken, ohne dass der Fuss irgendwo Druckerscheinungen zeigt, und desgleichen ohne dass Verschmelzung einzutreten braucht.

---

[1] Eine Reihe von Messungen, die ich von diesem Gesichtspunkte aus am Fussskelet angestellt habe werde ich demnächst mittheilen.

[2] Darunter verstehe ich, dass die Gliederung in Basalstück, Mittelschaft und Capitulum sauber hervortritt.

Die Verschmelzung erfolgt nun in der Weise, dass das Basalstück der Endphalange der ganzen Ausdehnung nach mit der rudimentären Mittelphalange verschmilzt. Die leichten Knickungen der Mittelaxe an den Stellen der Interphalangealgelenke sind nicht grösser als bei solchen Füssen, die, wie der Verschmelzung, so auch jeder Spur einer Druckeinwirkung entbehren. Was aber das Wichtigste ist, die beiden Phalangen sind nicht in starker Flexionsstellung verlöthet, sondern in der natürlichen, ganz schwach flectirten, wie wir sie finden, wenn wohl geformte, gut gekrümmte Gelenkflächen die Abwesenheit stärkerer Druckbeeinflussung beweisen. Nie habe ich Formen gefunden, die darauf hindeuteten, dass die Synostose während der Immobilisation in stark flectirter Stellung, wie sie Schuhdruck herbeiführt, zu Stande gekommen sei. Wohl aber kann dies Verschmelzungsproduct nachträgliche Druckerscheinungen zeigen, indem bisweilen der (häufig ja atrophische) Schaft der Endphalange tibial abgebogen oder, was häufiger ist, dorsal aufgebogen ist — welche Formen sich ja leicht aus dem Unvermögen der Zehe, im zweiten Interphalangealgelenk nachzugeben, erklären lassen.

Die Mittelphalange bildet nach der Verschmelzung eine Art Verstärkung der Basis der Endphalange und ist gegen letztere mit seltenen Ausnahmen noch recht deutlich abgesetzt.[1] Namentlich erhält sich das Hervorragen der Basis der ursprünglichen Endphalange über die Mittelphalange in der Regel noch an beiden Seitenflächen. Bisweilen fehlt dies aber, und es erhebt sich der Schaft der Endphalange statt von einer dünnen Platte, wie bei der ursprünglichen Endphalange, von einem dicken viereckigen Knochenstück. In sehr seltenen Fällen ist dies neue Basalstück (eigentliches Basalstück der Endphalange + Mittelphalange) stark reducirt. Ich habe selbst einen Fall praeparirt (leider ist er nachträglich bei ungeschickten Entfettungsversuchen nach Teichmann's Vorschriften stark beschädigt), bei dem der linke Fuss die gewöhnliche Form der Verschmelzung zeigte, während rechts sich eine Endphalange fand, derer Basis kaum stärker war als die einer Endphalange ohne Verschmelzung; wenn ich die Knochen nicht selbst aus dem unverletzten Fuss herauspraeparirt und selbst macerirt hätte, würde ich glauben, dass die Mittelphalange beim Maceriren verloren gegangen sei. Uebrigens würden gegen letztere Annahme allein schon die Längsmaasse sprechen; die Endphalange ist länger als je eine von der fünften Zehe des menschlichen Fusses. — Einen ähnlichen Fall, bei dem ebenfalls die Spuren der mit der Endphalange verschmolzenen

[1] Diese Abgrenzung ist aber nur äusserlich. Sägt man eine solche verschmolzene Phalange horizontal durch, so findet man eine einheitliche Spongiosastructur, die Stelle der Verschmelzung ist durch nichts angedeutet.



Mittelphalange kaum noch zu entdecken sind, findet man bei Loder a. a. O. abgebildet.

Also das Aussehen der verlötheten Phalangen spricht dagegen, dass die Verlöthungen unter der Wirkung des Schuhdrucks zu Stande gekommen sind. Wenn der Reiz, den der Druck ausübt, zu einer entzündlichen Verwachsung der Gelenkflächen führen könnte, so müsste die Verschmelzung ja auch ebenso häufig an den Gelenken auftreten, bei denen die zweite Bedingung, die Immobilisation, ebenso erfüllt, und der Druck mindestens so stark, wenn nicht stärker einwirkt: also an dem ersten Interphalangealgelenk und dem Metatarsophalangealgelenk der kleinen Zehe, an den Interphalangealgelenken der vierten, dritten, zweiten Zehe.

Wenn dagegen das Aussehen mancher Füsse dafür spricht, dass die Verschmelzung vor der Einwirkung des Schuhdrucks — wie oben gezeigt, kann solcher noch nachträglich deformirend auf die Endphalange einwirken — vollendet war, so handelt es sich einfach darum, festzustellen, in welchem Lebensalter die Verschmelzung stattfindet; mit anderen Worten, ob eine solche auch schon bei Kindern und Embryonen vorkommt.

Merkwürdigerweise scheint sich Niemand von den Autoren, die die Verschmelzung erwähnen, diese Frage vorgelegt zu haben.[1] Allerdings sagt Sömmerring, dass die beiden Phalangen „nicht selten schon frühe" verwachsen sind, es geht aber aus dem Zusammenhang keineswegs hervor, welches Lebensalter mit dem „schon frühe" gemeint ist; während andere Autoren ausdrücklich betonen, dass die Verschmelzung hauptsächlich im höheren Alter auftrete (nach Sappey mit 40—50 Jahren, nach Cruveilhier bei Greisen).

Ich habe eine Anzahl Füsse von Kindern (von der Geburt bis zum siebenten Lebensjahre) und von Embryonen (vom fünften Monat aufwärts) untersucht und bin zu dem Resultat gekommen, dass die Verwachsung hier etwa gleich häufig vorkommt wie bei Erwachsenen. Ehe ich die tabellarische Uebersicht über die Befunde gebe, will ich nur daran erinnern, dass die betreffenden Skeletstücke um diese Zeit noch grossentheils oder ganz knorpelig sind, und dass also die Verschmelzung darin besteht, dass Mittel- und Endphalange durch ein einheitliches Knorpelstück repräsentirt werden, in welchem verschiedene getrennte Ossificationsherde eingebettet sind.

Mit den besonderen Erscheinungen der Ossification muss ich mich weiterhin noch eingehend beschäftigen; hier sei nur vorausgeschickt, dass die ursprüngliche Zu-

[1] Ebensowenig findet sich eine Angabe über das Vorkommen der Verschmelzung bei den Autoren (vergl. das angehängte Litteraturverzeichniss), welche speciell die Anatomie des Kindes, oder die embryonale Entwickelung des Skeletsystems behandeln.



sammensetzung des knorpeligen Stückes aus zwei Skeletelementen, auch wenn sie am Knorpel nicht mehr zu erkennen ist, doch immer in der Art der Ossification wieder ihren Ausdruck findet. Es gilt dies Gesetz ja für alle ähnlichen Fälle: wo ein Skeletstück phylogenetisch aus der Vereinigung von mehreren einzelnen hervorgegangen ist, findet sich dies, auch wenn ontogenetisch nur noch ein einheitlicher Knorpel gebildet wird, doch noch lange durch das Auftreten getrennter Knochenbildungsheerde angedeutet. Sehr häufig wird allerdings dann, wenn es sich z. B. um zwei Knochenpunkte handelt, der eine vom anderen sozusagen unterdrückt — er wird inconstant oder verschwindet ganz. Immerhin aber glaube ich, dass man den accessorischen Knochenpunkten, namentlich auch den nur gelegentlichen, als Varietät auftretenden, eine weit grössere Beachtung schenken muss, als es gewöhnlich geschieht — sie sind durchaus nicht immer als Beweis, wohl aber stets als ein nicht zu vernachlässigender Hinweis auf ein möglicherweise hier zu Grunde liegendes assimilirtes, ehemals selbständiges Skeletelement aufzufassen.

Um zu unserem eigentlichen Thema zurückzukehren, so gebe ich vorläufig auf folgender Tabelle die gedrängte Zusammenstellung, um sie nachher im einzelnen zu erläutern:

Tabelle IV.

Rechts	Links	Kinder	Embryonen	Summa
normal	normal	12	9	21
normal	verschmolzen	2	—	2
verschmolzen	normal	2	1	3
verschmolzen	verschmolzen	11	3	14
0[1]	normal	1	—	1
verschmolzen	0	2	—	2
0	verschmolzen	1	—	1
unvollständig[2]	verschmolzen	1	—	1
unvollständig	unvollständig	1	—	1
normal	unvollständig	—	1	1
0	unvollständig	1	—	1

Wie man sieht, überwiegt auch hier das gleiche Verhalten beiderseits: bei 24 Kindern und 12 Embryonen verhielten sich beide Füsse gleich, bei 5 Kindern und 2 Embryonen ungleich.

Suchen wir die relative Häufigkeit des Vorkommens der Verschmelzung aus den vorliegenden Zahlen zu bestimmen, so erhalten wir folgende Tabelle:

[1] 0 bedeutet nicht untersucht.

[2] Ueber die Art dieser unvollständigen Verschmelzung siehe weiter unten.

Tabelle V.

Es zeigten:	bei Kindern	bei Embryonen	Summa
Keine Verschmelzung .	29 Füsse	20 Füsse	49 Füsse
unvollst. Verschmelzung	4 „	1 „	5 „
vollst. Verschmelzung .	30 = 47·6 Proc.	7 = 25·0 Proc.	37 = 40·7 Proc.
	63 Füsse	28 Füsse	91 Füsse

Vergleichen wir damit die Zahlen, welche Tabelle III giebt, so sehen wir (unter Berücksichtigung der für genaue Bestimmung des Procentsatzes ungenügenden Anzahl der untersuchten Fälle), dass hier die Verschmelzung etwa ebenso häufig vorkommt wie bei Erwachsenen.

Verschmelzungen fanden sich schon bei den jüngsten der untersuchten Embryonen (beiderseits bei einem Embryo von $5^1/_2$ Monat), während gleichaltrige ein wohl entwickeltes Gelenk aufwiesen.

Entsprechend der plumperen, weniger feingegliederten äusseren Form der knorpligen Skelettheile gegenüber dem späteren knöchernen Zustand ist in dieser Lebensperiode der Ort der Verschmelzung äusserlich häufig garnicht mehr angedeutet, während bei Erwachsenen es wie oben gesagt sehr selten ist, dass die Grenze nicht mehr zu erkennen ist. In kaum einem Drittel der Fälle bei Kindern und niemals bei Embryonen fand ich eine wahrnehmbare Furche als Rest der ehemaligen Trennungsspalte (siehe Tabelle VI.). Dagegen fand ich nicht selten auf dem Durchschnitt die Grenze durch jene viel erwähnte dunkle Linie im Knorpel bezeichnet. Worauf diese Erscheinung beruht, vermochte ich auch durch mikroskopische Untersuchung nicht zu ergründen, aber keinenfalls handelte es sich um eine Continuitaetstrennung oder auch nur -Lockerung; vielleicht findet sie eine Erklärung durch die weiter unten zu besprechenden Befunde bei der unvollständigen Verschmelzung beider Phalangen. Die an der Verschmelzungsstelle gefundenen Erscheinungen giebt folgende Tabelle wieder:

Tabelle VI.

Der Ort der Verschmelzung war angedeutet:	bei Kindern	Embryonen	Sa.
durch äusserliche Furche und dunkle Linie im Knorpel	7	—	7
nur durch äussere Furche	5	—	5
nur durch dunkle Linie im Knorpel	7	2	9
war nicht mehr zu erkennen	11	5	16
	30	7	37

Eine äussere Abgrenzung fand sich also 12 Mal, fehlte 25 Mal; eine innere 16 Mal, fehlte 21 Mal.

Ich habe es nicht für überflüssig erachtet, diese Beobachtungen hier mitzutheilen, da ich daraus folgende beiden Schlüsse glaube ziehen zu dürfen:

1. Jene ausserordentlich dünne Platte, welche bisweilen knorpelige Skeletstücke durchsetzt und die, rechtwinklig getroffen, auf dem Querschnitt als scharfgezogene dunkle Linie wahrnehmbar wird, findet man in einer grösseren Reihe von Fällen dort, wo erwiesenermaassen eine Verschmelzung vorher getrennt gewesener Knorpelflächen stattgefunden hat; man ist also berechtigt, sie auch an anderen Orten als Hinweis auf eine derartige Verschmelzung aufzufassen.

2. Da eine äussere Abgrenzung der verschmolzenen Stücke im Knorpelstadium in etwa $^2/_3$ der Fälle, im Knochenstadium (bei gleicher procentischer Häufigkeit der Verschmelzung selbst) nur äusserst selten fehlt, so geht daraus hervor, dass in sehr vielen Fällen aus dem auch äusserlich einheitlichen Knorpelstück bei der Ossification wieder die ursprünglichen Formen der Mittel- und der Endphalange gebildet werden.

Functionell verhält sich offenbar das Verschmelzungsproduct wie eine einfache Endphalange. Wenn es nun so äusserst selten auch deren Profilirung[1] annimmt, so ergiebt sich daraus, dass auch nicht einmal die functionelle Anpassung zu verhindern vermag, dass im Knochenstadium die ursprüngliche vererbte Form wieder auftritt, nachdem sie im vorhergehenden Knorpelstadium bereits verloren war. Wir sehen daraus, dass erstens die Vererbung unendlich weit mächtiger ist, als die functionelle Anpassung, selbst bei dem der letzteren anscheinend so zugänglichen Knochengewebe; und zweitens, was von ausserordentlicher Wichtigkeit ist für die Ableitung des phylogenetischen Entwickelungsganges aus dem ontogenetischen, dass die definitiven Formen bisweilen bessere Wegweiser in Bezug auf die morphologische Bedeutung eines Skeletstückes sein können als die embryonalen. Nehmen wir z. B. an, man fände beim Erwachsenen (und ebenso bei ähnlich gebauten Säugethieren) die Verschmelzung statt in $^1/_3$ der Fälle in allen, so würde man sicher, um zu entscheiden, ob die fast immer vorhandene äussere Andeutung einer Trennung einer ursprünglichen Zusammensetzung aus zwei Stücken entspräche, untersuchen, ob beim Embryo eine solche Trennung vorhanden wäre. Man würde nun, wie wir oben sahen, ebenso häufig, d. h. also auch stets ein continuirliches Skeletstück finden, dagegen sehr viel seltener als beim Erwachsenen Andeutungen stattgehabter Verwachsung. Daraus würde man gewiss schliessen, dass die Einheitlichkeit das Primäre, die Zweitheilung das Secundäre sei. Da man ja auf das Auftreten getrennter Ossificationspunkte wenig oder kein Gewicht legt, so würde das Raisonnement ungefähr so lauten: „Die kleine Zehe ist, wie der Befund während des Knorpelstadiums beweist, zweigliederig. Das distale Stück enthält mehrere Ossificationspunkte, durch deren ungleichmässige Entwickelung der Anschein erweckt werden kann, als ob dasselbe aus zwei Stücken zusammengesetzt wäre. In seltenen Fällen fliessen einzelne Ossificationspunkte nicht zusammen, in der Knorpelschicht kommt es zur Lückenbildung und so zerfällt das Endglied in zwei Stücke. Es ist jedoch nicht zu vergessen, dass diese Zweitheilung etwas ganz secundäres, etwas durch die Zufälligkeiten der Ossification hervorgerufenes ist; eine Dreigliederigkeit der kleinen Zehe ist mithin nicht als Atavismus, sondern als Missbildung aufzufassen."

[1] Im Gegensatze dazu steht die innere Structur d. h. der architectonische Aufbau des Knochens aus Compacta und Spongiosa, der sich, wie oben angeführt, der Function des Verschmelzungsproductes als eines einheitlichen Knochenstückes genau anschmiegt.



Heutzutage, wo unter den verschiedenen Wegen, den Zusammenhang der organischen Welt zu erforschen, der in der Embryologie gegebene so überwiegend, um nicht zu sagen überwältigend vorherrscht; wo jedes wissenschaftliche Resultat, das nicht aus Schnittserien gewonnen, gewissermaassen von vorne herein mit Mistrauen aufgenommen wird; ist es doppelt nothwendig zu betonen und an unbestreitbaren Beispielen zu beweisen, dass es nicht nur auch andere Wege des Heils giebt, sondern dass die Wegweiser der ontogenetischen Entwickelung gelegentlich auch geradezu irreführen. Speciell in der Skeletlehre ist die Ontogenie eine ebenso unzureichende wie unzuverlässige Hülfswissenschaft; wir sind fast ausschliesslich auf vergleichende Anatomie und Varietätenlehre angewiesen. Stimmt das Ergebniss der ontogenetischen Untersuchung mit dem auf dem Wege der vergleichenden Anatomie gefundenen überein, so ist damit nicht etwa eine Lücke in der Beweisreihe ausgefüllt, sondern nur ein interessantes Nebenresultat erwachsen, während eine Nichtübereinstimmung die Beweiskraft der Vergleichung nicht einmal zu beeinträchtigen vermag. Namentlich aber auch die vielfach so gering geachteten anatomischen Varietäten sind viel beweiskräftiger als der normale ontogenetische Entwickelungsgang. Eine vergleichend-anatomisch gut sich einreihende Varietät, wenn auch nur ein einziges Mal beobachtet, ist und bleibt beweiskräftig, wenn sich auch alle Ergebnisse der Embryologie dem entgegenstemmen.

Wir haben bisher nur die Fälle berücksichtigt, wo bei Kindern und Embryonen entweder Mittel- und Endphalange zu einem einheitlichen Knorpelstück verschmolzen oder durch ein wohl entwickeltes Gelenk getrennt sind. Ich wende mich nun zu den als „unvollständig verschmolzen“ bezeichneten Fällen, die ich einzeln durchgehen muss.

1. Weibliches Kind, $^3/_4$ Jahr alt. Beiderseits fand sich eine so tief einschneidende Furche an der Grenze zwischen Mittel- und Endphalange. dass nur noch eine centrale Knorpelbrücke beide verband. Der Dickendurchmesser dieser Brücke betrug etwa $^1/_3$ von dem der Phalangen; eine dunkle Linie war auf dem Durchschnitt nicht zu erkennen.

2. Männliches Kind, 1 Jahr alt. Links bestand vollständige Verschmelzung, die Grenze war auf dem Durchschnitt durch die bekannte dunkle Linie angedeutet. Rechts bestand die Trennung in einer schwachen Spalte, einer ächten Gelenkbildung, die jedoch dadurch beschränkt war, dass sie im Centrum von einem Faserzug durchsetzt wurde.

3. Foetus, 7 Monat. Rechts fand sich ein ächtes Gelenk, während links Mittel- und Endphalange der ganzen Ausdehnung nach durch ein faseriges Gewebe vereinigt waren.

4. Kind, männlich, 7 Jahr alt. (Der rechte Fuss fehlte.) Links waren Mittel- und Endphalange durch straffes Bindegewebe vereinigt; jede Spur einer Gelenkhöhle fehlte.

Wie wir wissen, werden die knorpeligen Phalangen isolirt angelegt und durch ein indifferentes Zwischengewebe getrennt. An den Enden der

Phalangen, also je zwischen Phalange und Zwischengewebe, tritt eine Spaltbildung auf, und indem weiterhin dieses Zwischengewebe schwindet, fliessen die beiden Gelenkhöhlen zusammen, die freien Knorpelenden treten in directe Berührung. Eine frühzeitige Verschmelzung kann nun eintreten, indem entweder sich dieses Zwischengewebe direct in hyalinen Knorpel umwandelt (welcher Annahme ich indessen nicht beipflichten möchte), oder nachdem dasselbe verschwunden ist und die Knorpel begonnen haben sich direct zu berühren. Bleibt das Zwischengewebe dagegen erhalten, so kann sich dasselbe wie an anderen Orten (z. B. Zwischenwirbelscheiben) in straffes Fasergewebe[1]) umwandeln. Letzteres war im Fall 4 und 3 geschehen. Im Fall 2 war es auf die centrale Partie beschränkt, im peripheren Theil hatten sich die Gelenkspalten ausgebildet und waren zusammengeflossen. Im Fall 1 war es, wie ich anzunehmen geneigt bin, erst zu einer directen Berührung und dann zu einer, vom Mittelpunkt beginnenden, Verschmelzung gekommen. Da ich bei Erwachsenen Syndesmosen zwischen Mittel- und Endphalange nie beobachtet habe, so vermuthe ich, dass es auch im Fall 3 und 4 weiterhin, nach voraufgehender Resorption des Bindegewebes, zu einer vollständigen (knorpeligen) Verschmelzung gekommen sein würde. Dabei möchte ich die Vermuthung aussprechen, dass es sich vielleicht bei dem bekannten Phaenomen der „dunklen Linie“ um eine minimale Schicht solchen noch nicht ganz resorbirten Zwischengewebes handeln dürfte.

Ich habe oben gesagt, dass ich mich noch ganz eingehend mit den Ossificationserscheinungen beschäftigen würde. Veranlasst werde ich dazu nicht nur durch die Beziehungen, die sich dabei zwischen dem Auftreten getrennter Knochenbildungsheerde und der Zusammensetzung aus ursprünglich getrennten Skelettheilen ergeben — Beziehungen, die wiederum allgemeine Bedeutung für die ganze Skeletlehre gewinnen — sondern auch durch den Umstand, dass überhaupt die kleine Zehe ganz bestimmte Eigenthümlichkeiten bezüglich ihrer Ossification zeigt, die für die am Schlusse dieser Abhandlung anzuführenden allgemeinen Erwägungen und Schlussfolgerungen ausschlaggebend sein werden. Bevor ich jedoch auf die gelegentlich der vorliegenden Untersuchung gemachten Einzelbeobachtungen eingehe, muss ich einen kurzen Ueberblick über den derzeitigen Stand unserer Kenntnisse von der Ossification der Gliedmassentheile geben, um daran anknüpfen zu können.

Gehen wir aus von der Ossification eines langen Röhrenknochens, als der complicirtesten Form. Wir haben hier folgende Vorgänge zu unter-

---

[1] Eine eingehendere mikroskopische Untersuchung war wegen des ungenügenden Erhaltungszustandes — das Material war seit Jahren in dünnem Spiritus aufbewahrt — nicht mehr ausführbar.



scheiden: Zuerst tritt eine periostale Knochenbildung um den Mittelschaft herum auf, dann dringt das knochenbildende Gewebe ins Innere des knorpeligen Mittelstücks hinein. Aus beiden, der perichondralen und der enchondralen Knochenbildung, geht die Diaphyse hervor. An beiden Enden (häufig ja noch an mehrfachen Stellen) dringt das osteogene Gewebe ebenfalls hinein, und bildet hier durch enchondrale Ossification die Epiphysen. Das Schema ist also: Diaphyse durch perichondrale und enchondrale, Epiphysen nur durch enchondrale Ossification gebildet. Bei den Skeletstücken der Hand und des Fusses fällt nun die perichondrale Ossification ganz[1] fort. Entweder findet eine einheitliche enchondrale Ossification des ganzen Knorpelstücks statt, wie bei den kurzen Knochen, oder es ossificirt noch das eine Ende selbstständig nach Art einer Epiphyse. Bei den Metacarpalen, Metatarsalen und Phalangen ossificirt bekanntlich das Mittelstück von einem centralen Punkte aus und es treten dann in beiden Endpunkten ebenfalls Knochenpunkte auf, die sich jedoch in ihrer Herkunft verschieden verhalten. An dem einen Ende wandert das osteogene Gewebe von aussen her ein, es bildet eine wahre Epiphyse, die erst zur Zeit der Beendigung des Längenwachsthums mit der Diaphyse verschmilzt. An dem anderen Ende wandert dagegen das osteogene Gewebe von der Diaphyse her ein, es breitet sich hier ebenfalls dann von einem Punkte her concentrisch aus, sodass bisweilen hier eine Epiphysenbildung vorgetäuscht wird; aber statt davon ganz unabhängig zu sein, hängt diese Pseudoepiphyse wenigstens durch eine schmale Brücke mit der Diaphyse zusammen. Solche Pseudoepiphysenbildung ist häufig besonders gut an dem distalen Ende von Metacarpale I. und Metatarsale I., nicht selten aber auch an dem distalen Ende von Grund- oder Mittelphalangen zu sehen.

Eine ganz besondere Eigenthümlichkeit zeigen die Endphalangen betreffs ihrer Ossification. Ausser der enchondralen Ossification des Schaftes und der der proximalen Epiphyse, die sie mit den anderen Phalangen gemeinsam haben, tritt hier noch, und zwar zeitlich vor jenen, eine kappenartig die Spitze umgreifende rein epichondrale Knochenbildung auf, welche wir den reinen Integumentknochen anreihen müssen[2] und deren Genealogie

---

[1] In neuerer Zeit sollen Angaben gemacht sein, dass nicht nur bei den langen, sondern selbst bei den kurzen Knochen der Hand und des Fusses eine schwache periotale Knochenbildung stattfände. Indem ich hiermit den mir leider entgangenen Angaben ihre Priorität wahre, führe ich aus eigenen Beobachtungen an, dass ich die Bildung einer dünnen periotalen Knochenschicht, die mit dem enchondral gebildeten Knochen noch nicht verschmolzen bez. von ihm noch durch Knorpel getrennt war, bei den Skelettheilen von Hand- und Fusswurzel und Mittelhand bez. Mittelfuss gegen das Ende der Verknöcherung bei grösseren Thieren (Elefant, Strauss) deutlich feststellen konnte.

[2] Näheres darüber siehe Retterer, a. a. O.

voraussichtlich auf die Flossenstrahlen der Fische zurückleiten dürfte. Diese Kappe verschmilzt früh mit der enchondral entstandenen Diaphyse, während die im proximalen Ende auftretende wahre Epiphyse sich mit letzterer erst etwa um das fünfzehnte Jahr vereinigt. Wir sehen somit in Mittel- und Endphalange proximo-distal folgende selbstständige Knochenheerde auf einander folgen: 1. basale Epiphyse der Mittelphalange; 2. Körper der Mittelphalange; 3. basale Epiphyse der Endphalange; 4. Diaphyse der Endphalange; 5. die Endkappe.

Die meisten Autoren lassen nun diese Angaben unterschiedlos für sämmtliche Finger und Zehen gelten; in der Regel werden die Verhältnisse bei den Fingern genau beschrieben, während bei den Füssen nur kurz angegeben wird, dass es sich hier ebenso verhalte. Speciell für die fünfte Zehe finde ich fast nirgends Angaben, dass es sich hier anders verhalte. Und doch liegen hier wichtige Modificationen der Ossification vor, die wohl geeignet sind, über die Veranlassung der Verschmelzung Fingerzeige zu geben.

Was die hier bestehenden Abweichungen anlangt, so lassen sich dieselben kurz dahin zusammenfassen, dass die oben sub 1 u. 4 aufgeführten Ossificationen fehlen, während die als 3 gezählte auffallend entwickelt ist.

In der vorhandenen Litteratur habe ich nur folgende Angaben, die hierauf Bezug haben, auftreiben können: Bichat giebt an, dass die kleineren Phalangen oft nur einen Knochenpunkt hätten. Cloquet sagt dasselbe, doch scheint er diese wie andere Angaben über Ossification direct von Bichat entlehnt zu haben; aus eigenen Stücken setzt er „le plus souvent“ statt „souvent“. Auch Henke sagt, dass es „bei den kleineren Zehen nicht immer zu einer deutlich gesonderten Ossification der Epiphysen an der Basis der Phalangen“ komme. Dem gegenüber erwähnt Béclard ausdrücklich eine selbständige Epiphyse an der Basis der Mittelphalange der fünften Zehe. Schliesslich trifft der viel ältere Nesbit allein das Richtige, indem er sagt, dass die Endphalange der fünften Zehe Eigenthümlichkeiten der Ossification zeige; nur hat er vergessen hinzuzufügen, worin diese Eigenthümlichkeiten bestehen.

Ich selbst habe an anderen Phalangen nie die basale Epiphyse vermisst. Allerdings treten sie häufig erst spät auf (wie überhaupt die Ossificationspunkte in den Diaphysen wie in den Epiphysen der Mittel- und Endphalangen bei den kleineren Zehen zu sehr verschiedenen Zeiten auftreten) und stellen stets nur minimal dünne Knochenplättchen dar. Mit Hülfe des Teichmann'schen Macerationsverfahrens gelingt es jedoch stets sie zu isoliren, wenn sie schon gebildet sind; oder, wenn sie noch nicht vorhanden sind, so zeigt der Knochen am proximalen Ende das bekannte lockere Gefüge des freien Endes einer Diaphyse. Anders die Mittelphalange der

fünften Zehe. Ehe noch die Epiphysen der übrigen Mittelphalangen auf-
zutreten beginnen, zeigt sich das proximale Ende schon abgeschlossen und bietet die definitive Form der Gelenkfläche dar; niemals erscheint hier eine Andeutung einer freien oder verschmolzenen Epiphyse oder auch nur einer Pseudoepiphyse.

Ziemlich verwickelt, oder sagen wir besser verwischt, sind die Ossificationsverhältnisse in der Endphalange der kleinen Zehe. Lange ist die Endkappe das einzige an Knochenbildung, dann tritt eine Ossification im Inneren des Knorpels nahe der Basis aus. Letztere fand ich z. B. bei einem 3jährigen Kind fast 1 mm gross, während sie bei einem 5jährigen noch gänzlich fehlte. Beide entwickeln sich in der Art weiter, dass etwa im 12—14. Jahre die Phalange aus zwei Knochenstücken besteht, einem gedrungenen rundlichen, fast ebenso dick wie die Mittelphalange, und einem sehr viel dünneren zugespitzten. Man könnte versucht sein, das proximale Stück für die Diaphyse zu halten, sodass hier also ebenfalls die Epiphyse verloren gegangen wäre; aber abgesehen davon, dass statt der sonst so früh erfolgenden Verschmelzung zwischen Endkappe und Diaphyse diese beiden Knochenstücke so lange getrennt bleiben wie Diaphyse und Epiphyse bei den anderen Phalangen, so geht aus dem proximalen Stück weiterhin nur die Basis, nicht der Schaft der Endphalange hervor. Das distale Stück hingegen, aus welchem Schaft und Endplatte[1] hervorgehen, scheint ausschliesslich von der Endkappe geliefert zu werden — ich vermochte nie Andeutungen einer enchondralen Ossification wahrzunehmen.

Ich will hier nicht unterlassen zu erwähnen, dass ich einmal bei einem siebenjährigen Kinde alle drei Ossificationen in Mittel- und Endphalange beiderseits bereits mit einander verschmolzen fand, und zwar war die Grenze zwischen der Mittelphalange und dem proximalen Theil der Endphalange bereits gänzlich unauffindbar, sowohl an der Oberfläche wie auf dem Durchschnitt.

Fassen wir das bisher Gefundene zusammen: die Unregelmässigkeit im zeitlichen Auftreten der Ossificationen; das Fehlen zweier sonst gesetzmässiger Knochenpunkte und die übermässige Ausbildung eines sonst nebensächlichen; die Häufigkeit einer schon im frühesten Knorpelstadium auftretenden Verschmelzung; die dem entsprechende später nachfolgende Synostose; so dürfen wir wohl unser Urtheil dahin formuliren:

Die kleine Zehe des Menschen ist im Begriff rückgebildet zu werden.

Was den Fall so besonders interessant macht, ist, dass dieser Process, der ja im weiteren Verlaufe dahin führen wird, dass die kleine Zehe zwei-

---

[1] Weshalb spricht man von Tuberositas unguicularis, Nagelschaufel oder dergl.? Die Endschaufel steht ja nicht in Beziehung zum Nagel, sondern zum Tastballen.

gliedrig wird gleich dem Daumen und der grossen Zehe, sich sozusagen unter unseren Augen abspielt. Wir können noch den Anfang feststellen — ich erinnere an die als „unvollständige Verschmelzung" beschriebenen Fälle —; wir sehen den Process nur etwa in $^1/_3$ der Fälle vor sich gehen, während die übrigen $^2/_3$ noch den ursprünglichen Typus repraesentiren; wir sehen auch bei diesem $^1/_3$ bis auf seltene Ausnahmen noch nicht das erste Endziel dieses Reductionsvorganges erreicht, da wohl eine Verschmelzung, aber noch keine Vereinheitlichung der Profilirung eintritt, können aber dies Endziel bereits erkennen. Denn im weiteren Verlaufe wird der Process sich doch wohl so gestalten, dass, was jetzt Ausnahme ist, Regel wird: wie jetzt schon im Inneren, wird auch an der Oberfläche die Verschmelzungsgrenze verschwinden, das neue Endglied wird (wie in den jetzt sehr seltenen Fällen) die Form einer einfachen Endphalange annehmen. Alsdann werden die Formen, die jetzt die Mehrzahl bilden, die dreigliedrigen sowie diejenigen, die jetzt noch nicht ganz die Mehrheit erreicht haben, die zweigliedrigen mit erkennbarer Verschmelzung, so selten werden, dass sie Ausnahmen von der Regel. anatomische Varietaeten, Fälle von Atavismus darstellen.

Sehen wir uns nun um, ob wir sonst noch Beweise oder Anzeichen für ein Rudimentaerwerden der kleinen Zehe auffinden können. Selbstverständlich kommt da nur das Muskelsystem in Betracht.

Da die Muskeln, die an der Grundphalange ansetzen, zu der vorliegenden Reduction in keiner Beziehung stehen, so bleiben nur die Mm. flexores dig. communes longus und brevis zu berücksichtigen. Nun ist bekannt, dass der letztere häufig nur eine schwache Portion für die fünfte Zehe entwickelt, häufig auch gar keine. Prüfen wir also, wie sich das Fehlen oder Rudimentaersein des betreffenden Muskelbauches zum Vorkommen der Verschmelzung verhält. Ich muss hier das beschämende Geständniss machen, dass ich es vergessen hatte, diesen Punkt s. Z. bei meinen Untersuchungen zu berücksichtigen; indessen liess sich dies noch nachtragen, Dank der glücklichen Einrichtung der oben erwähnten anatomischen Zählkarten. Aus ihnen liess sich folgende Zusammenstellung ausziehen:

Tabelle VII.

Der Bauch des M. flexor dig. comm. brev. zur 5. Zehe war	gut entwickelt	rudimentär	fehlend	Sa.
wenn die Zehe dreigliederig war	9 = 21·5 Proc.	29 = 69·0 Proc.	4 = 9·5 Proc.	42
wenn Mittel- und Endglied verschmolzen	—	15 = 65·2 „	8 = 34·8 „	23

Von den Einzelheiten sei hier nur Folgendes erwähnt:

1. Während das Vorhandensein oder Fehlen der Verwachsung in der Regel auf beiden Füssen zusammenfällt (38 gegen 3; vergl. die Ausführung

zu Tabelle I), verhält sich der Muskel häufig verschieden: auf der einen Körperhälfte gut entwickelt, auf der andern rudimentär, oder auf der einen rudimentär, auf der anderen fehlend. Gute Entwickelung auf der einen und Fehlen auf der anderen Seite habe ich nie combinirt gefunden.

2. In zwei Fällen verhielt sich die Verschmelzung verschieden. In dem einen war links ein freies Gelenk, rechts bestand Verwachsung: der Muskel war auf beiden Füssen rudimentär. Im anderen Falle war rechts, wo Verwachsung bestand, der Muskel vorhanden, wenn auch rudimentär, während er auf dem linken Fusse, wo keine Verwachsung bestand, gänzlich fehlte.

Man sieht also, dass das Verhalten des Muskels und des Skelets sich nicht absolut decken, nicht Zug um Zug einander entsprechen, wohl aber im Grossen und Ganzen: bei normalen Füssen ist der Muskel noch in $^1/_4$—$^1/_5$ der Fälle gut entwickelt, bei bestehender Verwachsung stets rudimentär oder ganz fehlend.

Es kann nun wohl nicht daran gedacht werden, dass die Verwachsung die Entwickelung des Muskels beeinflusst, da derselbe, auch wenn jene nicht besteht, so häufig rudimentär ist oder fehlt. Ebensowenig aber möchte ich das umgekehrte Verhältniss annehmen, da ja die Verwachsung lange vorher eintritt, ehe die Muskelthätigkeit einen Einfluss ausüben kann. Man würde sonst etwa denken können, dass der ausfallende Muskelzug die Verschmelzung begünstige; indessen kommt für das betreffende Gelenk ja der (nie rudimentäre) M. flexor longus in Betracht, nicht eigentlich der brevis, welcher erst überflüssig wird, wenn der longus wegen der Ankylose des zweiten Interphalangealgelenks im ersten beugt. Wie so häufig ist auch hier der unbestreitbare innere Zusammenhang beider Erscheinungen nicht als Ursache und Wirkung aufzufassen, sondern auf einen gemeinschaftlichen Ursprung zurückzuführen.

Schliesslich aber ist noch zu untersuchen, ob die beginnende Reduction der kleinen Zehe sich auch in den Grössenverhältnissen am Skelet bemerklich macht. Ich entnehme hierfür aus meinen am Fussskelet angestellten Messungen, die ich demnächst veröffentlichen werde, folgende Ergebnisse:

Tabelle VIII.

Länge von Mittel- + Endphalange bei Erwachsenen.

				Min.	Max.	Mittel
Mann	ohne	Verschmelzung	(20 Messungen)	12	18	15·7 mm
„	mit	„	(5 „)	13	18	14·6 „
Weib	ohne	„	(11 „)	12	16	13·9 „
„	mit	„	(7 „)	11	17	14·4 „
Erwachsene	ohne	„	(31 „)	12	18	15·1 „
„	mit	„	(12 „)	11	18	14·5 „

Zum Vergleiche führe ich an, dass Mittel + Endphalange der vierten Zehe bei 43 Messungen von Erwachsenen als Länge min. 13, max. 23, durchschnittlich 18·9 mm ergaben. Ferner möchte ich einen Fall anführen, wo links Verwachsung bestand, rechts nicht. Mittel- + Endphalange maassen:

	2. Zehe	3. Zehe	4. Zehe	5. Zehe
Rechts	19	17	13	12 mm (nicht verwachsen)
Links	21	18	15	13 mm (verwachsen)

Diese Messungen ergeben deswegen so wenig Anhalt, weil, wie schon früher erwähnt, die Mittelphalangen überhaupt in sehr wechselndem Maasse Rückbildungen zeigen. Was die Frage anlangt, ob Mittel- + Endphalange der kleinen Zehe durschschnittlich bei Verschmelzung kürzer sind als ohne dieselbe, so kann die Differenz von 0.6 mm uns noch nicht berechtigen sie zu bejahen, da sie, selbst wenn man sie um den Betrag der nicht mitgemessenen Knorpelüberzüge (jedenfalls weniger als 1 mm) erhöht, doch gar zu klein ist, namentlich angesichts der doch immer noch geringfügigen Anzahl von Messungen.

Wie gesagt ist der Vorgang desshalb so interessant, weil wir ihn jetzt noch in seinen Anfängen vor uns haben und doch schon mit Sicherheit den Ausgang dieser Entwickelungsrichtung absehen können. In weitaus den meisten Fällen, in denen es sich um eine Aenderung in der Zusammensetzung des Skelets durch Minderung der Anzahl der selbstständigen Skeletstücke handelt, ist der Process bereits abgelaufen und die dementsprechenden Varietäten führen die bereits durchlaufene Entwickelungsstufe wieder vor: hier ist das vorhergehende Stadium noch Regel, das darauffolgende noch Ausnahme, noch Varietät. Es liessen sich wohl noch manche Beispiele anführen von ähnlichen Entwickelungsrichtungen, die andere Skeletstücke einzuschlagen beginnen, aber nirgends ist die Bahn so sicher und unverkennbar bis zum Ausgange hin vorgezeichnet und gleichzeitig der ganze Process in seinen Einzelheiten so genau zu verfolgen.

Es ist indess noch eine weitere Frage zu stellen: wird voraussichtlich der Entwickelungsgang, den wir hier eingeschlagen sehen, damit ein Ende finden, dass die fünfte Zehe zweigliedrig wird gleich der ersten, oder ist er nur der erste Act einer gänzlichen Rückbildung der fünften Zehe?

Ich bin der Ueberzeugung, dass diese Frage zu bejahen ist. Es hält schwer es im Einzelnen zu begründen, aber wenn man wie ich so viel Extremitäten von Menschen und Thieren, gesunden und kranken, jungen und alten, selbst skeletirt, präparirt und macerirt hat, so kann man sich des Eindrucks nicht erwehren, dass nicht nur die ganze fünfte Zehe, sondern auch der grösste Theil des fünften Metacarpale äusserlich und innerlich solch deutliche Anzeichen des Rückganges verräth, wie wir es bei

keinem anderen fünf- oder vierzehigen Säugethiere finden. Aber auch die benachbarten Zehen zeigen beginnende und bereits deutlich eingeleitete rückschreitende Entwickelung. Namentlich sind es die Mittelphalangen, aber auch die End- und selbst die Grundphalangen der vierten und auch der dritten Zehe. Die zweite Zehe ist im Allgemeinen durchaus frei von drohenden Anzeichen der Art; ihre Mittelphalange verräth allerdings die Tendenz sich zu verkürzen, aber gleichzeitig die, statt schwächer kräftiger zu werden, und wenn es nicht etwa unschicklich ist für den Anatomen, einmal einen Ausblick in die fernere Zukunft zu thun, so möchte ich dem menschlichen Fusse das Prognosticum stellen, dass er dereinst nur noch zwei zweigliedrige Zehen, eine Haupt- und eine Nebenzehe, besitzen wird. Wem diese Aussicht aus ästhetischen oder anderen Rücksichten missfallen sollte, der möge sich damit trösten, dass diese Erwägungen ja höchstens gleichen Werth beanspruchen können wie die Berechnungen, wann die Holzvorräthe unserer Wälder, die Steinkohlen im Erdinnern, die Wärmeausstrahlung der Sonne erschöpft sein werden. Und ausserdem, es können ja jederzeit neue Entwickelungsrichtungen sich geltend machen, die entgegengesetzt der jetzigen wirken; ich erinnere nur daran, wie die bereits zweigliedrig gewordenen ersten Finger und Zehen, die bei den meisten Säugethieren rudimentär geworden oder verloren gegangen sind, secundär als Daumen (Anthropoiden, Mensch) oder Hauptzehe (Mensch) wieder mächtig entwickelt sind, oder wie bei den Pinnipediern in der vorderen Extremität der erste Strahl, in der hinteren der erste und der fünfte sich aus ihrer Stellung als schwächste Strahlen zur Präponderanz über die anderen wieder emporgearbeitet haben.

Aber kehren wir auf den Boden der Thatsachen zurück. Also die fünfte Zehe des Menschen ist im Begriff, sich aus einer dreigliedrigen zu einer zweigliedrigen zu entwickeln, und zwar in der Weise, dass das distalste Skeletstück mit dem nächstfolgenden verschmilzt. Es ist dies ein Modus der Reduction, den wir sonst bei Säugethieren selten feststellen können, obgleich er in vielen Fällen als einzige Erklärung übrig bleibt. In anderen Fällen können wir deutlich nachweisen, dass das Endstück des Strahls rudimentär wird und schliesslich ausfällt, ohne mit dem nächsten zu verschmelzen. Eine nähere Erörterung dieser verschiedenen Vorgänge dürfte nicht ohne Interesse sein mit Rücksicht auf die Frage, wie Daumen und Grosszehe zweigliedrig geworden sind.

Wir sehen zwei verschiedene Wege, auf denen ein Strahl rudimentär werden kann. Entweder wird er in allen seinen Theilen stark verkürzt oder es tritt eine Continuitätstrennung in der Mitte des Metacarpale (resp. -tarsale) ein. Letzteres zerlegt den Strahl in Griffelbein und Afterklaue. Von diesen beiden Abtheilungen kann bald der eine bald der andere ver-

schwinden: beim Pferde ist Griffelbein stets, Afterklaue nur sehr selten vorhanden; beim Hinterfuss vieler Wiederkäuer bleibt die Afterklaue, aber nicht das Griffelbein erhalten; bei den Cameliden fehlen beide. Die Afterklaue selbst enthält in der Regel höchstens drei Stücke, selbst wenn sie zum zweiten oder fünften Strahl gehört[1] (bei der Afterklaue des Hundes, die dem ersten Strahl entspricht, ist dies ja selbstverständlich), bei stärkerer Rückbildung sogar nur zwei; leider aber giebt die Embryologie uns keinen Fingerzeig,[2] auf welchem Wege diese Zahlverminderung der Phalangen (um diese kann es sich doch wohl nur handeln) eingetreten ist. Dagegen finden wir beim Wombat das Endglied der (ziemlich stark verkürzten) ersten Zehe zu einem fast kugelrunden Knöchelchen reducirt, dessen Durchmesser bedeutend kleiner ist als die Dicke der Grundphalange, mit der das Knöchelchen in einem wohlausgebildeten Gelenk articulirt. Andererseits finden wir bei einigen Affen das Endglied des Daumens vollständig verschwunden, und zwar nicht etwa durch Assimilation an die Grundphalange, wie die vollständig normale Bildung des distalen Endes der letzteren, selbst lange vor der Beendigung der Ossification, beweist. Beim Wombat ist also das Endglied vollständig rudimentär geworden, bei den stummeldaumigen Affen sogar vollständig verschwunden, ohne dass es zu einer Verschmelzung mit der Grundphalange kam. In beiden Fällen besteht das charakteristische Verhalten, dass jede Spur einer Nagel- oder Krallenbildung fehlt. Wenn man jedoch darin einen Causalnexus sucht, muss ich daran erinnern, dass beim Elephanten sämmtliche Endphalangen des Vorder- und Hinterfusses, namentlich die der inneren und äusseren Zehen, so stark rudimentär sind, dass sie z. Th. schon die directe Berührung mit den Mittelphalangen verloren haben; während doch alle Zehen, mit Ausnahme der ersten des Hinterfusses, einen Huf tragen. Also der Besitz eines Nagels ist es nicht, der die Endphalange der fünften Zehe des Menschen (und der stark verkürzten Daumenzehen oder der Afterklauen verschiedener Säugethiere) vor gänzlicher Vernichtung schützt. Dementsprechend können wir auch nicht aus dem Besitz der Nagel-, Krallen- oder Hufbildung folgern, dass nothwendigerweise eine Verschmelzung und nicht ein Verlust des Endgliedes den Daumen und die erste Zehe des Menschen und der Säugethiere zweigliedrig gemacht habe. Wohl aber glaube ich, dass wir dies aus der äusseren Form herleiten können. Wo wirklich und nachweisbar die Endphalange bis auf ein unbedeutendes Stück (Wombat, Elephant) oder gänzlich verschwunden ist, zeigt nie das distale Ende der nächsten Phalange die geringste Neigung, die Form einer Endphalange anzunehmen.

Ich glaube somit annehmen zu müssen, dass auch die Zweigliedrigkeit

[1] Am Vorderfuss des Rennthieres bleiben alle vier Stücke erhalten.

[2] Vergl. Retterer, a. a. O.

des Daumens und der grossen Zehe der Säugethiere und des Menschen, und ebenso die Dreigliedrigkeit der übrigen Zehen und Finger, in der Weise zu Stande gekommen ist, dass immer das jeweilige Endglied das nächstfolgende durch Verschmelzung sich assimilirt hat. Dass wir davon in der ontogenetischen Entwickelung keine Andeutung finden, darf uns nicht auffallen, wenn wir berücksichtigen, wie rasch sich bei der fünften Zehe die entsprechenden Verhältnisse verwischt haben. Wohl aber spricht dafür der Umstand, dass Daumen und erste Zehe noch die epichondrale Knochenbildung an der Spitze besitzen.

Wie hartnäckig sich gerade äussere Formen vererben, selbst wenn die functionelle Veranlassung, die sie anscheinend geschaffen hat, fortgefallen ist, dafür kann ich ein praegnantes Beispiel anführen. Bekanntlich kommt beim Menschen häufig im Interphalangealgelenk des Daumens ein Sesambein vor, dem eine besondere, mit der proximalen in einer Kante zusammenstossende, sonst aber scharf abgegrenzte halbkreisförmige Gelenkfläche an der Beugeseite der Endphalange entspricht. Ich wollte nun die Häufigkeit des Vorkommens dieses Sesambeines an macerirten Handskeletten, da das Sesambein selbst bei dem gebräuchlichen Verfahren ja stets verloren geht, nach dem Vorkommen dieser typischen Gelenkfläche bestimmen, beobachtete aber dann später, dass diese Gelenkfläche in gar nicht seltenen Fällen vorhanden ist, wenn auch das Sesambein fehlt und an seiner Stelle sich nur eine weiche Synovialfalte findet.

Aber immer fehlt uns noch eine Erklärung für die eigentliche Veranlassung der Verschmelzung.

Ich glaube bewiesen zu haben, dass der Schuhdruck nicht beschuldigt werden darf durch entzündungserregende Reizung oder durch Feststellung die Verschmelzung direct verursacht zu haben. Es bliebe noch die Möglichkeit übrig, dass die allgemeine Compression, die die fibularen Zehen durch das Tragen von Schuhwerk so häufig erleiden, immerhin in jedem Falle eine gewisse, wenn auch sehr schwache, Atrophie herbeiführt; durch die accumulirende Wirkung der Vererbung wird dann diese Atrophie allmählig stark genug, um zu einer Reduction der Zehen zu führen, von der wir das erste Anzeichen in der hier besprochenen Verschmelzung vor uns sehen. Man könnte etwa dagegen anführen, dass z. B. das Tragen der Schnürbrust zu keinen nachweislichen Veränderungen geführt habe, die das einzelne Individuum überdauern. Aber schnürbrustartige Einrichtungen sind nur in verhältnissmässig kurzen Zeitabschnitten, und dann auch nur — von Ausnahmen abgesehen — von dem einen Geschlecht getragen; während irrationelles Schuhwerk von beiden Geschlechtern getragen wird und auch zeitlich eine ausserordentlich viel grössere Verbreitung gehabt hat. Denn nicht nur die verschiedenen Modificationen des Schnabelschuhes der Neuzeit und des Mittelalters haben die unangenehme Eigenschaft, die fibularen Zehen zu comprimiren; die Moccassins der Indianer und alle ähnlichen Fussbekleidungen der Naturvölker thun das Gleiche. Auch unsere prähistorischen Vorgänger waren in diesem Punkte nicht besser gestellt —

man möge nur die Formen der in den Torfmooren Norddeutschlands gefundenen Ueberreste ihrer Fussbekleidungen betrachten. Selbst die Sandalen sind nicht frei von diesem Fehler. Bei den Statuen der klassischen Zeit läuft — Herr Prof. Schwalbe war so freundlich mich darauf aufmerksam zu machen — der eine Sandalenriemen gerade über die kleine Zehe hinweg.

Hier kann nur der Nachweis den Ausschlag geben, dass die Verwachsung auch bei Völkern vorkommt, die nachweislich nie oder doch erst seit neuerer Zeit Fussbekleidung getragen haben. Leider habe ich nicht viel hiefür verwendbares Material untersuchen können; doch konnte ich die Verschmelzung schon bei zwei Skeletten von Negern und bei zwei von Japanesen constatiren.

Wir haben also in der Zweigliedrigkeit der kleinen Zehe eine anatomische Varietät vor uns, die nicht individuell erworben wird — dafür spricht ihr frühzeitiges Auftreten beim Embryo — und ebensowenig unter den Begriff der vererbten Verstümmelungen fällt. Es ist mit einem Wort ein neuer Racencharakter, der aus unbekannter Veranlassung auftritt. Kampf um's Dasein, geschlechtliche Zuchtwahl u. dergl. können wir wohl durchaus ausschliessen. Es ist ein Reductionsvorgang, den wir vielleicht am besten vergleichen mit jenem, der sich am hinteren Ende unserer Wirbelsäule abspielt. Wie wir die Reduction unserer Schwanzwirbelsäule nicht auf die Annahme „sitzender Lebensweise“ seitens des Menschen oder seiner pithekoiden Verfahren oder gar auf das Tragen von Beinkleidern zurückführen können, ebenso wenig können wir hier das Tragen von Fussbekleidung verantwortlich machen.

Man könnte schliesslich noch die Annahme des aufrechten Ganges als in Betracht kommend anführen. Aber im Grunde sind dadurch keine anderen Verhältnisse gegeben, als wenn die Extremität sich mehr und mehr zum ausschliesslich locomotorischen Organ ausbildet. Dass dabei in vielen Fällen eine starke Reduction der Strahlen eintritt, ist richtig, gilt aber durchaus nicht für alle Thiere — man denke nur an die Raubthiere, namentlich an die nicht springenden, sondern rennenden. Allerdings kommt bei der aufrechten Körperhaltung das Balancement hinzu, aber dasselbe Moment macht sich z. B. beim Vogel und beim Känguruh geltend; weshalb bilden sich beim Vogel die mittleren, beim Känguruh die fibularen, beim Menschen die tibialen Strahlen hauptsächlich aus?

Es geht uns hier wie so oft: wir vermögen die Richtung der Entwickelung ziemlich genau festzustellen, wir können sogar die gemeinsame Stammform constatiren, von der aus die einzelnen Entwickelungsreihen divergiren; was aber die Ablenkung von der ursprünglichen Entwickelung veranlasst, vermögen wir nicht zu erkennen. Sehr häufig erscheint uns die functionelle Verwerthbarkeit bei einer solchen Reihe fortschreitend zuzunehmen, und dann

suchen wir den Anstoss zu der abändernden Entwickelungsrichtung in der „Anpassung im Kampf um's Dasein". Aber sehr häufig können wir dies Erklärungsprincip gar nicht oder doch nur höchst gewaltsam anwenden; entweder lässt sich die Abänderung durchaus nicht als eine Verbesserung auffassen — z. B. würde es für die Erhaltung des Gleichgewichts doch wohl vortheilhafter sein, wenn beim menschlichen Fuss sich nicht nur die erste, sondern gleichzeitig wie beim Seehund auch die fünfte Zehe stark entwickelte statt im Gegentheil zu atrophiren — oder sie schiesst über's Ziel hinaus und wird durch Uebermass wieder geradezu unvortheilhaft, wie bei den Zähnen der Machairodonten, des Mammuths, dem Geweih der Hirsche etc. Zum mindesten müsste man dann annehmen, dass die Natur wohl die Fähigkeit besässe, vortheilhafte Entwickelungsrichtungen zu veranlassen und zu befördern, aber nicht die, sie in Schranken zu halten, so dass ihr kein anderes regulirendes Correctiv übrig bliebe, als diese Formen, die unaufhaltsam das Maximum functioneller Vervollkommnung überschritten haben, wieder auszumerzen.

Doch mag man darüber denken wie man will — ich beschränke mich darauf, das Factum zu registriren, dass die dreigliedrige kleine Zehe sich zu einer zweigliedrigen entwickelt, ohne dass wir Anpassung an mechanisch wirkende äussere Einflüsse (Vererbung von Verstümmelungen), functionelle Anpassung im Kampf um's Dasein oder geschlechtliche Zuchtwahl als Veranlassung aufzufinden vermögen. Mir erscheint das Factum selbst schon an und für sich interessant genug, um unsere Aufmerksamkeit auf sich zu ziehen; noch mehr verdient letzteres aber der dabei sich abspielende Entwickelungsvorgang, weil er uns zu ähnlichen Umbildungen in der Zusammensetzung des Skelets, bei denen die genetischen Verhältnisse nicht so klar vor unseren Augen darliegen, ein so vortreffliches Analogon darbietet.

Zum Schluss möchte ich nur noch darauf hindeuten, dass sich dieses Verhalten der kleinen Zehe zu anthropologischen Zwecken nutzbar machen liesse. Man kann auch beim Lebenden mit Zuverlässigkeit bestimmen, ob Zwei- oder Dreigliedrigkeit vorliegt, wenn man das Verhalten der Zehe bei Geradestreckung und bei forcirter passiver Beugung vergleicht. Dieser Umstand ermöglicht an genügend grossen Zahlen zu prüfen, ob sich procentische Unterschiede im Vorkommen der alten oder neuen Form bei verschiedenen Völkern constatiren lassen. Weiter erlaubt uns aber derselbe Umstand, Untersuchungen über die Vererbung anatomischer Charaktere anzustellen, indem wir das Verhalten bei den Mitgliedern mehrerer Generationen feststellen — das Object ist ja weit ausgiebiger, als die Hyperdactylie und ähnliche Bildungsanomalien.

Strassburg i/E., September 1889.

Litteratur-Verzeichniss.

(Die mit einem Sternchen * versehenen Nummern waren dem Verfasser nicht zugänglich.)

1. Christ. Aeby, *Der Bau des menschlichen Körpers.* Leipzig 1871. S. 322.
2. Bernh. Siegfr. Albinus, *De ossibus corporis humani.* Wien 1757.
3. Derselbe, *Tabulae ossium humanorum.* Leyden 1753. Taf. XXIII.
4. Derselbe, *Icones ossium foetus humani.* Leyden 1737.
5. Friedr. Arnold, *Handbuch der Anatomie des Menschen.* Freiburg 1845—51. Bd. I. S. 542. — Bd. II. S. 1284.
6. Thomas Bartholin, *Anatome.* Leyden 1684. 4. Aufl.
7. Caspar Bauhin, *Institutiones anatomicae.* Basel 1609.
8. *Derselbe, *De corporis humani fabrica.*
9. Derselbe, *Theatrum anatomicum.* Frankfurt 1605.
10. Béclard, Ueber die Osteose, oder die Bildung, das Wachsthum und die Altersabnahme der Knochen des Menschen. Meckel's *Archiv.* 1820. Bd. VI. S. 442. (Uebers. aus Nouveau journal de médicine, Bd. V u. VII.)
11. John Bell, *The anatomy of the human body.* London 1802. 3. Aufl. Bd. I.
12. J. J. G. Bernhold, *Rudimenta prima osteologiae.* Erlangen 1793.
13. *Derselbe, *Initia doctrinae de ossibus.* Nürnberg 1794.
14. Jos. Bertin, *Traité d'ostéologie.* Paris 1783. 4 Bde. Bd. IV. p. 168.
15. *W. A. Betz, *Morphologie der Osteogenese.* Kiew 1887. (Russisch; Referat von Hoyer in Schwalbe's *Jahresbericht über die Fortschritte der Anatomie.* Lit. 1887. S. 230.)
16. Xav. Bichat, *Traité d'anatomie déscriptive.* Paris 1801. t. I. p. 381.
17. Steph. Blancard, *Anatomia reformata.* Leyden 1687.
18. Ph. Fr. Blandin, *Nouveaux éléments d'anatomie déscriptive.* Paris 1838. t. I. p. 198.
19. Joh. Friedr. Blumenbach, *Geschichte und Beschreibung der Knochen des menschlichen Körpers.* Göttingen 1786. S. 461.
20. Phil. Ad. Boehmer, *Institutiones osteologicae.* Halle 1751.
21. Bourgery, *Traité complet de l'anatomie de l'homme.* Paris 1831. t. I.
22. A. Boyer, *Traité complet d'anatomie.* Paris 1815. 4. Aufl. t. I. p. 445.
23. Peter Camper, *Abhandlung über die beste Form der Schuhe.* Berlin 1783.
24. W. Cheselden, *The anatomy of the human body.* London 1750.
25. J. H. Cloquet, *Traité d'anatomie déscriptive.* Paris 1816 t. I. p. 204.
26. Volcher Coiter, *Ossium infantis historia.* Vgl. No. 37.
27. *Derselbe, *Tractatus anatomicus de ossibus foetus abortivi.*
28. J. Cruveilhier, *Traité d'anatomie déscriptive.* Paris 1877. 5. Aufl. t. I. p. 257.

29. Ferd. Georg Danz, *Grundriss der Zergliederungskunde des ungeborenen Kindes.* Frankfurt 1792.

30. Isbrandt de Diemerbroeck, *Anatome corporis humani.* Utrecht 1672.

31. Fr. M. Disdier, *Histoire exacte des os.* Paris 1745. 2. Aufl. p. 316.

32. James Drake, *Anthropologia nova.* London 1750. 3. Aufl.

33. Emil Dursy, *Lehrbuch der systematischen Anatomie.* Lahr 1863. S. 108.

34. C. Eckhard, *Lehrbuch der Anatomie des Menschen.* Giessen 1862.

35. *Estor, *Cours d'anatomie médicale.* t. I.

36. Bartolommeo Eustachio, *Examen ossium. In: Opuscula anatomica.* Leyden 1706.

37. Heinr. Eysson, *Tractatus anatomicus et medicus de ossibus infantis.* Gröningen 1659. Enthält: Eysson, De ossibus infantis cognoscendis, conservandis, curandis, und Coiter, Ossium infantis historia (s. d.).

38. Gabr. Fallopia, *Expositio in librum Galeni de ossibus. In: Opera omnia.* Frankfurt 1600.

39. C. Gegenbaur, *Lehrbuch der Anatomie des Menschen.* Leipzig 1885. 2. Aufl. S. 286.

40. *John Gordon, *Osteology.* In deutsch. Uebersetzung von Robbi. Leipzig 1819.

41. R. Hartmann, *Handbuch der Anatomie des Menschen.* Strassburg 1881. S. 116.

42. Lorenz Heister, *Compendium anatomicum.* Nach der 4. latein. Aufl. übersetzt von Claudern. Nürnberg 1736.

43. W. Henke und C. Reyher, Studien über die Entwickelung der Extremitäten des Menschen, insbesondere der Gelenkflächen. *Sitzungsbericht der Wiener Akademie.* Bd. LXX.

44. W. Henke, *Anatomie des Kindesalters.* Tübingen 1881. S. 160. — Auch in Gerhardt, *Handbuch der Kinderkrankheiten.* 2. Aufl. Bd. I.

45. J. Henle, *Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen.* Braunschweig 1871. 3. Aufl. Bd. I. 1. Abth. (Knochenlehre). S. 310.

46. Fr. Hildebrandt, *Handb ch der Anatomie des Menschen.* Braunschweig 1830—32. 4. Aufl., besorgt von Ernst Heinr. Weber. Bd. II. S. 90.

47. C. E. E. Hoffmann, *Lehrbuch der Anatomie des Menschen.* Erlangen 1877. 2. Aufl. Bd. I. S. 227.

48. L. Hollstein, *Lehrbuch der Anatomie des Menschen.* Berlin 1873. 5. Aufl. S. 182.

49. G. M. Humphry, *A treatise on the human skeleton.* Cambridge 1858. p. 504.

50. J. Hyrtl, *Lehrbuch der Anatomie des Menschen.* Wien 1878. 14. Aufl. S. 410.

51. *J. Ph. Ingrassia, *Commentarii in librum Galeni de ossibus.*

52. *H. Fr. Isenflamm, *Brevis descriptio sceleti humani variis in aetatibus.* Erlangen 1796.

53. Theod. Kerkring, *Osteogenia foetuum. In: Opera omnia anatomica.* Leyden 1729.

54. W. Krause, *Handbuch der menschlichen Anatomie.* Hannover 1876—81. Bd. II. S. 151.

55. *C. J. M. Langenbeck, *Anatomisches Handbuch.* Göttingen 1806. Bd. I.

56. C. Langer, *Lehrbuch der systematischen und topographischen Anatomie.* Wien 1882. 2. Aufl. S. 102.

57. Andreas Laurentius, *Historia anatomica.* Frankfurt 1615.

58. *Claude Nic. Lecat, *Cours abrégé d'ostéologie.* Rouen 1763.

59. *Leclerc, *Ostéologie.* Paris 1706.

60. *Derselbe, *La chirurgie complète.* Paris 1743. t. II.

61. Heinr. Maria v. Leveling, *Anatomie des Menschen.* Erlangen 1795. Bd. I.

62. Jos. Lieutaud, *Essais anatomiques.* Paris 1742. p. 110.

63. Joh. Chr. Loder, *Tabulae anatomicae.* Weimar 1803. Taf. XIV. Fig. 1.

64. Friedr. Heinr. Loschge, *Die Knochen des menschlichen Körpers.* Erlangen 1796. S. 125.

65. Dominicus de Marchettis, *Anatomia.* Padua 1652.

66. J. C. A. Meyer, *Beschreibung des ganzen menschlichen Körpers.* Berlin 1783. Bd. I. S. 407.

67. J. Fr. Meckel, *Handbuch der menschlichen Anatomie.* Halle 1815—20. 4 Bde. Bd. II. S. 287.

68. Hermann Meyer, *Lehrbuch der Anatomie des Menschen.* Leipzig 1873. 3. Aufl.

69. Alexander Monro, *The anatomy of the human bones.* Edinburgh 1726. Uebers. von C. Chr. Krause. Leipzig 1761. p. 485.

70. Joh. Bapt. Morgagni, *Adversaria anatomica omnia.* Leyden 1716. Adv. II, p. 67: Osteogenia foetus.

71. Joh. Munnicks, *De re anatomica.* Utrecht 1697.

72. Martin Münz, *Handbuch der Anatomie des menschlichen Körpers.* Landsberg-Würzburg 1821—36. 2. Aufl. Bd. IV. Abth. 2.

73. Rob. Nesbitt, *Human Osteology.* London 1736. p. 136.

74. Jean Palfin, *Anatomie du corps humain.* Paris 1726. t. II.

75. Ad. Pansch, *Grundriss der Anatomie des Menschen.* Berlin 1886. 2 Aufl.

76. Joh. Zach. Platner (Mich. Schwartz), *Dissertatio de ossium epiphysibus.* Leipzig 1736. p. 36.

77. *Praeses, *Compendium anatomicum.*

78. Paul Poirier, *Du développement des membres. Thèse d'agrég. anat.* Paris 1886. p. 58.

79. Ant. Portal, *Cours d'anatomie médicale.* Paris 1804. t. I. p. 530.

80. Quain, *Elements of anatomy.* London 1882. 9. Aufl.

81. A. Rambaud et Chr. Renault, *Origine et développement des os.* Paris 1864.

82. E. Retterer, *Contribution au développement du squelette des extrémités chez les mammifères. Journal de l'anat. et de la physiol.* Jahrg. 1884. p. 467.

83. *J. Riolan, *Osteologia.* Paris 1614.

84. Sabatier, *Traité complet d'anatomie.* Paris 1791. t. I. p. 235.

85. Ed. Sandifort, *Descriptio ossium hominis.* Leyden 1785.

86. Ph. Chr. Sappey, *Traité d'anatomie descriptive.* Paris 1876. 3. Aufl. p. 468.

87. Schwegel, *Die Entwickelungsgeschichte der Knochen des Stamms und der Extremitäten.* Wien 1858.

88. *G. Simpson, *The anatomy of the bones.* London 1825.

89. Sam. Theod. Sömmerring, *Vom Bau des menschlichen Körpers.* Frankfurt 1791. Bd. I. Knochenlehre. S. 89, 433.

90. Derselbe, *Lehre von den Knochen und Bändern.* Neu herausgegeben von R. Wagner. Leipzig 1839.

91. Ernst Gotthilf Sonnenburg, *Compendium syndesmo-osteologicum.* Berlin 1797.

92. J. F. South, *A complete description of the bones.* London 1839. — Uebers. von J. Henle. Berlin 1844.

93. Adrian Spigelius, *De humani corporis fabrica.* Frankfurt 1632.

94. Jacob Sylvius, *Commentaria in Galenum de ossibus. In: Opera medica.* Genf 1635.



95. Pierre Tarin, *Ostéographie ou déscription des os de l'adulte, du foetus etc.* Paris 1753.

96. *George Thomson, *The anatomy of the human bones.* London 1734.

97. C. Toldt, Die Knochen in gerichtsärztlicher Beziehung. In Maschka, *Handbuch der gerichtlichen Medicin.* Wien 1882. Bd. III.

98. *Abr. Vater, *De ossium in corpore humano generatione.* Wittenberg 1728.

99. Joh. Vesling, *Syntagma anatomicum.* Uebers. von G. Blasius. Leyden 1652.

100. Ph. Verheyen, *Corporis humani anatomiae libri duo.* Brüssel 1710. t. I.

101. Andr. Vesalius, *De humani corporis fabrica.* Basel 1517.

102. V. Vidi, *Anatome corporis humani.* Frankfurt 1626. — R. Wagner, s. No. 90.

103. Joh. Gottl. Walter, *Abhandlung von trocknen Knochen.* Berlin 1763. S. 373. — Ernst Heinr. Weber s. No. 46.

104. *W. R. C. Wiedemann, *Handbuch der Anatomie.* Braunschweig 1796.

105. J. B. Winslow, *Exposition anatomique de la structure du corps humain.* Paris 1732. t. I. p. 340.

Ueber den Gehörgangwulst der Vögel.

Von

Prof. G. Schwalbe
in Strassburg.

(Hierzu Taf. II.)

Die Veranlassung zur Ausführung der gelegentlichen Untersuchungen, über welche im Folgenden kurz berichtet werden soll, war der mir geäusserte Wunsch des Herrn Dr. Wurm in Bad Teinach im württembergischen Schwarzwalde, die von ihm in seinem „das Auerwild, dessen Naturgeschichte, Jagd und Hege“ (25, 26, 27) betitelten Buche niedergelegten Anschauungen über die zeitweilige Taubheit des Auerhahns während der Balze durch eigene anatomische Untersuchungen zu prüfen. Herr Dr. Wurm war so freundlich, mir zu diesem Zwecke einen frischen Auerhahnkopf zu übersenden, an dem noch ein Theil des Halses erhalten war.[1] Dies Material erwies sich nun zwar in Folgendem nicht vollkommen ausreichend, um alle sich hier aufwerfende Fragen vollkommen befriedigend zu beantworten; dazu hätte ich mindestens eines unverletzten ganzen Vogels bedurft. Indessen gaben meine Untersuchungen an dem geringen Material wenigstens über einen interessanten Punkt wichtigen Aufschluss, nämlich über das Wesen der von Graff so genannten „Schwellfalte“ des äusseren Gehörganges; und diese beim Auerhahn gewonnenen Resultate veranlassten mich zu einer Umschau bei den nächst verwandten hühnerartigen Vögeln. Das Hauptresultat, welches ich bei dieser histologischen Untersuchung der sogenannten Schwellfalte erhielt, ist, dass dieselbe im Wesentlichen durch Einlagerung von Drüsen erzeugt wird. Ich werde deshalb im Folgenden den Ausdruck „Schwellfalte“ fallen lassen und statt dessen die fragliche

[1] Die ungünstige Witterung des Frühlings 1888 hatte es ihm leider nicht ermöglicht, mir mehr und vollständigeres Material zukommen zu lassen.

Anschwellung der Haut des äusseren Gehörganges als Gehörgangwulst oder Drüsenwulst des äusseren Gehörganges bezeichnen.

Bekanntlich ist nach dem übereinstimmenden Urtheil der Waidmänner der balzende Auerhahn während des letzten Abschnittes seines Balzliedes, des sog. Schleifens, so taub, dass der Jäger während dieser allerdings nur 3 bis 4 Secunden dauernden dem Wetzen einer Sense verglichenen Lautproduction, sich demselben mit je 2 bis 4 Sprüngen zu nähern vermag, dass ein von ihm abgefeuerter Schuss, ebenso wie Schreien, das Brechen der Zweige etc. vom Vogel nicht wahrgenommen werden. Zur Erklärung dieser eigenthümlichen Taubheit hat Wurm in der ersten Auflage seiner Monographie über das Auenwild (25, S. 27) vier Momente herangezogen, nämlich „1. momentane Sorglosigkeit und Ablenkung der Aufmerksamkeit, 2. geschlechtliche Erregung des Gesammtnervensystems, 3. mechanische Verengerung des Gehörganges durch Anschwellen der ihn auskleidenden erectilen Membran und 4. Compression desselben durch einen Knochenfortsatz des Unterkiefers bei weit geöffnetem Schnabel.“ Das Vorhandensein der beiden erst genannten Momente dürfte wohl selbst von denen nicht bestritten werden, die nicht aus eigener Anschauung die interessanten Vorgänge bei der Balze kennen gelernt haben, sondern ihre Kenntnisse aus der zuverlässigen vorzüglichen Beschreibung schöpfen, die Wurm in seinem Werke vom Balzen gegeben hat. Diese „Seelentaubheit“ ist es nicht, welche uns hier interessirt, sondern die Frage, ob ausserdem noch mechanische Mittel einen Verschluss des äusseren Gehörganges zu Stande bringen können. Es bleiben also nur die beiden letztgenannten Einrichtungen zu besprechen, nämlich Nr. 3, der Verschluss durch die sogenannte Schwellfalte und Nr. 4, die Verengerung durch einen Knochenfortsatz des Unterkiefers.

Ich beginne mit der Erörterung des letzteren Momentes. Wurm machte darauf aufmerksam, dass am Unterkiefer des Auerhahnes ein Knochenfortsatz sich befindet, den er als Processus auricularis maxillae inferioris bezeichnete. Beim Oeffnen des Schnabels wandert dieser Fortsatz nach vorn und verengt dadurch den Gehörgang bis zum nahezu vollständigen Verschluss. Eine in das Ohr eines frisch erlegten Hahnes eingeführte „erweichte Wachsbougie“ zeigte beim Oeffnen des Schnabels den deutlichsten Einschnitt, ja fast Durchschnitt durch jenen Fortsatz im Wachse. Graff (8) kam bei seinen Untersuchungen zu einer abweichenden Ansicht. Am macerirten Schädel könne man allerdings leicht den Unterschnabel beliebig weit abziehen und demonstriren, „dass der Processus angularis dabei über die Oeffnung der knöchernen Ohrhöhle hinübergeht. Ganz anders verhält es sich aber am frischen Auerhahnkopfe. Hier ist der Abziehung des Unterschnabels eine bestimmte Grenze gesetzt durch die feste lederartige Haut, welche in den Mundwinkeln Ober- und Unterschnabel verbindet.“

Demgemäss erhielt Graff hier auch keine oder nur eine sehr geringe Verengerung des Gehörganges beim Abziehen des Schnabels. Für Wurm's Ansicht hat sich sodann nach Wurm's Mittheilung (26, S. 165 Anmerkung) Eimer ausgesprochen; „er erhielt z. B. eine Compression des Wachspfropfes im Ohre durch Oeffnung des Schnabels um 3·5 ^{mm} und zwar sichtbarlich durch den Fortsatz, nicht durch die Hautfalte.“ Man sieht, einen vollständigen Verschluss des äusseren Gehörganges durch den Ohrfortsatz haben auch Wurm und Eimer nicht beobachtet. Wurm nimmt deshalb zur Erklärung der Taubheit während des Schleifens die oben erwähnten anderen Momente als vorbereitende zu Hilfe, von denen die sog. Schwellfalte alsbald eine eingehende Würdigung finden soll. Auf keinen Fall genügt der Ohrfortsatz hier allein zum Verschluss.

Meine Versuche, die ich leider nur an einem Auerhahnkopfe vornehmen konnte, zeigten in Uebereinstimmung mit Graff nur eine geringe Verengerung des Gehörganges. Ich glaube aber auf die Mächtigkeit des Fortsatzes beim Auerhahn und auf dessen event. Bedeutung für den Verschluss des Gehörganges beim Oeffnen des Schnabels auch aus anderen Gründen kein Gewicht legen zu dürfen. Zunächst ist meines Erachtens der Unterschied zwischen Auerhahn und Auerhenne in der Ausbildung des Fortsatzes nur ein absoluter. Der Fortsatz ist, wie aus der Vergleichung der Abbildungen Fig. 1 und 4 auf Tafel II von Wurm hervorgeht, beim Hahn zwar absolut grösser, aber nicht relativ; denn auch alle übrigen Theile des Knochens sind bei der Henne zierlicher und kleiner und zwar annähernd in demselben Verhältniss. Die Wirkung des Fortsatzes beim Oeffnen des Kiefers muss also bei der Henne ungefähr dieselbe sein, wie beim Hahne. — Ich habe an den in natürlicher Grösse ausgeführten Abbildungen Wurm's die Entfernung 1. vom Unterkieferwinkel zur Spitze des Processus auricularis, 2. vom Unterkieferwinkel zur Spitze des Processus articularis und endlich 3. den Abstand der Spitzen der beiden genannten Fortsätze von einander beim Auerhahn und bei der Auerhenne gemessen und fand folgende Werthe:

	Hahn	Henne
1.	23·5	16·5
2.	15·5	11·5
3.	22	15·5

oder Nr. 1 = 100 gesetzt:

	Hahn	Henne
1.	100	100
2.	65·9	69·6
3.	93.6	93.9

Man sieht, es bestehen hier nur geringe relative Differenzen.

Aber noch eine andere Thatsache warnt davor, den Werth dieses von Wurm herangezogenen Momentes zu überschätzen. Meine wenigen Versuche an anderen Vögeln haben ergeben, dass bei einigen z. B. bei Garrulus glandarius ein Verschluss des äusseren Gehörganges in viel höherem Maasse durch Abziehen des Unterkiefers vom Oberkiefer erzielt werden kann, als beim Auerhahn; ja bei der Elster konnte ich auf diese Weise den Gehörgang völlig zum Verschluss bringen, obwohl hier nicht einmal ein Gehörgangswulst existirt, geschweige denn ein Processus articularis! Beim Fasan fand ich, dass die bei geschlossenem Schnabel 5 ^{mm} lange 2 $^{1}/_{2}$ ^{mm} breite engste Stelle des äusseren Gehörganges beim Abziehen des Unterkiefers bis auf 1 ^{mm} verengt wurde. Soviel steht also selbst nach diesen wenigen Versuchen fest, dass bei anderen Vögeln, bei denen man eine Taubheit während eines Balzgesanges nicht anzunehmen und zu erklären braucht der äussere Gehörgang beim Oeffnen des Schnabels ungleich mehr verengt werden kann, als beim Auerhahn. Eine weitere Ausdehnung dieser Untersuchungen lag nicht in meinem Zweck. Eine allgemeine Behandlung der Frage nach dem Einfluss der Bewegungen des Unterkiefers auf die Configuration des Gehörganges dürfte von einigem Interesse sein, um so mehr da ja bei Säugethieren gewöhnlich beim Oeffnen des Kiefers Erweiterung, beim Schliessen Verengerung eintritt.

Ich wende mich nun zu der sogen. Schwellfalte an der hinteren Wand des äusseren Gehörganges. Bereits Wurm hatte die Ansicht ausgesprochen, dass die zeitweilige Taubheit des Auerhahnes mit unterstützt werde durch mechanische Verengerung des Gehörganges in Folge des Anschwellens der ihn auskleidenden erectilen Membran. Es sagt „indem das erectile Gewebe der Rose, allerdings in etwas geringerer Entwickelung, sich in die Gehörgänge fortsetzt, unter dem Einflusse der mit dem Schleifen verbundenen beträchtlichen pressenden Körperanstrengung, der Singlust, der geschlechtlichen Ekstase, wahrscheinlich auch unter der des Zornes unter Vermittlung des Nerveneinflusses und des Capillargefässsystems anschwillt, diese ausfüllt und klappenartig mehr oder minder vollständig verschliesst.“ Wurm hat, wie es scheint, selbst keine genauere Untersuchung der sog. Schwellfalte vorgenommen. Er äussert sich aber über ihren Bau dahin, dass „hier kein eigentlicher schwammartiger Schwellkörper vorliegt, sondern nur ein sehr reiches und geschlängeltes daher ausdehnungsfähiges Capillarnetz, das in dem lockeren busenreichen Bindegewebe der Schwellfalte verläuft.“ Graff legte sodann für die Erklärung der zeitweiligen Taubheit des Auerhahnes das Hauptgewicht auf die von ihm als solche bezeichnete Schwellfalte; die Taubheit sei im Wesentlichen auf die Erektion der Schwellfalte zurück zu führen. Eine histologische Untersuchung hat aber Graff nicht angestellt; er schildert sie im nicht erigirten Zustande als vom lockerem Binde-

gewebe erfüllt und durch ein solches so locker an der Unterlage befestigt, dass man ihren freien Rand bis in die äussere Partie des Gehörganges hervorziehen kann. Die Oberfläche der Schwellfalte findet er „von zarten zumeist in der Richtung des Gehörganges verlaufenden Fältchen durchfurcht, welche nach innen stellenweise zu tieferen den freien Faltenrand zertheilenden Einschnitten werden. Eine Injection erzielte Graff nicht durch Füllung der Blutgefässe, sondern durch Einstich von der Hinterwand des Gehörganges direkt mit einer heissen Mischung von Paraffin und Oel. Die Falte füllt dann den grössten Theil der inneren Partie des Gehörganges aus, erscheint prall und aufgebläht, mit einem steilen Abfall nach innen und sanfter Abdachung nach aussen, wie ein Keilkissen. „Die Schwellung setzt sich auch auf die Hinterwand der äusseren Gehörgangspartie in Form einer hügeligen durch Furchen unterbrochenen Erhebung fort.“ (!)

Bei der Auerhenne fand Graff eine kleinere Schwellfalte, die bei Injection keinen vollständigen Verschluss des Gehörganges mehr bewirkt. Analog sind die Verhältnisse beim Truthahn und bei der Truthenne, bei ersterem findet sich eine bei Injection abschliessende Schwellfalte, bei letzterer ist kein Verschluss des Gehörganges zu erzielen. Beim Haushahn und Haushuhn existirt nach Graff nur das Rudiment einer Schwellfalte in Gestalt „eines circa 1·5 mm breiten sichelförmigen harten Wülstchens mit warziger Oberfläche“; er findet es unverrückbar fest angeheftet und vermochte es nicht zu injiciren.

Von anderen auf den Gehörgangwulst bezüglichen Angaben sind hier noch die v. Tröltsch (23) gemachten zu nennen, der das Vorkommen einer Schwellfalte beim Truthahn beschreibt und der Meinung ist, dass derselbe, „wenn er sich ärgert, seine Ohren von der Aussenwelt abschliesst.“ Endlich erwähnt Moldenhauer (16) in seiner Arbeit über das Trommelfell „längliche Wülste von wechselnder Form“ an der glatten federlosen Fläche des äusseren Gehörganges der von ihm untersuchten Vögel (Huhn, Gans, Ente) und gibt die Abbildung eines Schnittes durch einen solchen Wulst vom Huhn. Er findet innerhalb des Wulstes Gebilde, die er für Lymphfollikel erklärt und deutet deshalb die Wülste als eine „Gehörgangstonsille“. Epitheliale Drüsen sollen dagegen dem äusseren Gehörgang der Vögel durchaus fehlen. Gadow (7, S. 464) und Fürbringer (6, S. 1072), ersterer in grösserer Ausführlichkeit, reproduciren Wurm's und Graff's Angaben über den Gehörgangwulst.

Meine eigenen Untersuchungen ergaben nun alsbald, dass der Gehörgangswulst des Auerhahnes keineswegs den Namen einer Schwellfalte verdiene. Die mikroskopische Untersuchung ergab, dass er aus einem festen derben Bindegewebe besteht, in welchem sich zwar Blutgefässe verzweigen, aber keinesfalls in auffallender Menge und keineswegs von ungewöhnlicher

Anordnung. Von einem cavernösen Gewebe kann im eigentlichen Wulst keine Rede sein. Die Gefässe, welche sich darin verzweigen, sind vielmehr für echte epitheliale Drüsen bestimmt, die ich zu meiner Ueberraschung in grösserer Menge im Wulste antraf und von denen unten genauer die Rede sein wird.

Der Wulst ist nun aber an seiner basalen Fläche durch ein sehr lockeres spaltenreiches Bindegewebe an der hinteren Gehörgangswand befestigt. Auch die in diesem verlaufenden Gefässe sind keineswegs zo zahlreich, so gross oder so angeordnet, dass sie bei stärkerer Blutfüllung eine Anschwellung hervorrufen könnten. Auch hier kann man nicht von einem erectilen Gewebe reden. Eine Injection dieser Blutgefässe vorzunehmen, hatte nach dem unzweideutigen mikroskopischen Befunde gar keinen Zweck, wäre überdies an dem abgeschnittenen Kopfe, der mir als alleiniges Untersuchungsobject zur Disposition stand, kaum vollständig auszuführen gewesen Das lockere Gewebe zwischen Wulst und Gehörgangswand erstreckt sich nun aber längs der ganzen hinteren und unteren Wand desselben bis in die nächste Nähe der äusseren Ohröffnung; es ist dem subcutanen Bindegewebe anderer Localitäten zu homologisiren. Es bedingt hier, dass der Gehörgangwulst auf seiner Unterlage verschiebbar ist. Es erklärt aber auch die Injectionsresultate von Graff. Derselbe hat bei seinen Injectionen von der hinteren Gehörgangswand aus die Masse nicht in den eigentlichen Wulst, seine Schwellfalte, hineingetrieben, sondern nur in jenes lockere spaltenreiche Gewebe und durch Füllung der in demselben befindlichen communicirenden Räume den Wulst in die Höhe gehoben, sodass ein Verschluss des Gehörganges eintrat. Diese Auffassung wird zunächst durch Graff's eigene Angaben gestützt, dass nämlich die bei jenen Injectionen erzielte Schwellung nicht auf die „Schwellfalte“ beschränkt bleibe, sondern sich auf die Hinterwand des äusseren Gehörganges fortsetze. Sodann habe ich durch eigene Untersuchungen in dieser Beziehung ein sicheres Ergebniss erhalten. Ich schob vom äusseren Gehörgang aus eine feine Stichkanüle unter den Gehörgangwulst und injicirte unter diesen, also in jenes lockere Bindegewebe Berliner Blau. Die Masse hob sofort den Wulst in die Höhe bis zum Verschluss des Gehörganges und füllte sodann das benachbarte subcutane Gewebe in der ganzen Ausdehnung der hinteren Wand. Eine mikroskopische Untersuchung des Wulstes nach einer solchen Injection zeigte, dass in den Wulst selbst keine blaue Masse eingedrungen war, bis auf eine kleine Stelle am steileren Abhange des Wulstes, an welcher sich lockeres Bindegewebe eine Strecke weit in ihn hineinzieht. Dagegen ist das subcutane Gewebe weithin blau infiltrirt. Eine weitere Untersuchung ergab, dass sich bei länger anhaltender Injection diese blaue Infiltration unter der Haut bis weit in das Halsgebiet hinein fortsetzte, wo dieselbe

jedoch von der Cutis durch quergestreifte Hautmuskulatur (Subcutaneus colli von Tiedemann, Theil des Cucullaris von Fürbringer) getrennt ist, also unterhalb der letzteren gefunden wird.

Man sieht aus den beschriebenen Injectionen, dass dabei der Gehörgangwulst selbst sich ganz passiv verhält, einfach in die Höhe gehoben wird durch die rasche Anfüllung jenes Spaltensystems. Es fragt sich nun, ob ein ähnlicher Mechanismus während des Lebens denkbar sei und somit eine zeitweilige Taubheit des Auerhahnes herbeiführen könne. Da eine Stauung im Blutgefässsystem nach dem anatomischen Befunde auszuschliessen ist, so bliebe als einziges Mittel, den Gehörgangwulst schnell an die gegenüber liegende Wand anzudrücken, eine schnelle nahezu momentane Anfüllung des injicirbaren Spaltensystems mit irgend einem Medium. In letzterer Hinsicht sind nur zwei Fälle denkbar. Es kann die Füllung des Spaltensystems entweder durch Lymphe oder Luft zu Stande kommen. Was die erstere Annahme betrifft, so liegt es ja sehr nahe, das beschriebene Spaltensystem als ein System von Lymphspalten aufzufassen, wenn auch abführende Lmphgefässe bei der Injection nicht constatirt werden konnten. Die nächste Ursache eines während des Schleifens stattfindenden Gehörgangverschlusses wäre unter diesen Verhältnissen in einer äusserst schnell auftretenden Lymphstauung zu suchen, die entweder durch rapid vermehrten Zufluss in Folge reichlicher Transsudation durch die Wandungen der im Unterhautbindegewebe verlaufenden Blutgefässe oder durch Behinderung des Abflusses zu Stande kommen könnte. Selbst wenn man für letzteren Fall eine Compression des Unterhautbindegewebes am Halse mit zur Hilfe nehmen würde, welche die in den Spalten des letzteren befindliche Lymphe in die damit communicirenden Räume unter der Haut des Gehörganges pressen würde in Folge einer Contraction der Hautmuskulatur des Halses, so würde doch das plötzliche Eintreten und Aufhören der Taubheit keine Erklärung finden. Es müsste Anschwellen und Abschwellen momentan erfolgen, da der ganze Zustand der Taubheit nach den vorliegenden Angaben ja nur wenige Secunden dauert. Mit dieser Geschwindigkeit wird aber wohl kaum eine Lymphstauung eintreten können. So bliebe denn, will man wirklich den Injectionsversuchen in das Spaltsystem eine Bedeutung beilegen, nichts Anderes übrig, als anzunehmen, dass dasselbe während des Balzgesanges durch Luft aufgebläht werde, eine Annahme, die zunächst wohl etwas befremdlich erscheinen dürfte, aber nach Durchmusterung der bestehenden Angaben über Pneumaticität der Haut bei den Vögeln immerhin untersucht zu werden verdient. Von den nächstliegenden pneumatischen Räumen kann nun allerdings, wie ich an meinem Material constatirt habe, eine plötzliche Luftfüllung nicht ausgehen. Weder mit der Tuba noch mit der Paukenhöhle noch mit den pneumatischen Räumen der Halswirbelsäule

liess sich durch Injection ein Zusammenhang nachweisen. Nur das lockere Unterhautbindegewebe des Halses wurde, wie bereits oben erwähnt, weithin infiltrirt. Ueber dessen Luftgehalt, sowie über etwaige weiter rumpfwärts gelegene Communicationen mit pneumatischen Räumen liessen sich nun aber keine Versuche mehr anstellen, da der Hals nicht fern vom Kopf durchschnitten war und mir nur letzterer mit dem oberen Stück des Halses zur Disposition stand.

Da die Frage der Pneumaticität des Unterhautbindegewebes aber jedenfalls ein grosses Interesse beansprucht, so mögen hier einige historische die Frage betreffende Notizen folgen. Man hat hier zwei Zustände wohl aus einander zu halten. Die Haut kann pneumatisch, aufblähbar werden, erstens dadurch, dass grössere Luftsäcke sich subcutan ausbreiten, wie dies z. B. von Milne Edwards (13, 14) für Sula bassana und Buceros bicornis angegeben wird, jedenfalls ein weiter verbreiteter Befund ist, zweitens, indem die Luft zwischen die Lamellen des lockeren subsutanen Bindegewebes eindringt, letzteres gewissermassen infiltrirt. Dies ist der uns interessirende Fall, der für die an den Gehörgangswulst des Auerhahns sich anknüpfenden Fragen allein in Betracht kommen könnte. Schon J. Méry (12) hatte 1666 für den Pelikan etwas derartiges behauptet. Während nun Sappey (20, S. 70) diese Pneumatisirung der Interstitien des subcutanen Bindegewebes als problematisch bezeichnet, treten Owen und vor allen Dingen Milne Edwards entschieden dafür ein. Letzterem verdanken wir den Nachweis erstens, dass beim Pelikan die Interstitien des subcutanen Bindegewebes Luft enthalten und zweitens, dass sie mit den Luftsäcken und der Lunge im Zusammenhang stehen. Ausser beim Pelikan constatirte Milne Edwards ein solches Verhalten noch bei Palamedea chavaria und bei Argala dubia (Marabutstorch). Bei letzterem bestehen überdies noch subcutane Luftsäcke. Man sieht aus vorstehenden Notizen, dass die Möglichkeit einer interstitiellen Luftfüllung des subcutanen Bindegewebes vorliegt und dass demnach der oben für den Auerhahn geäusserte Gedanke nicht *a priori* zurückgewiesen werden kann. Leider stand mir Campana's Werk (1) nicht zur Verfügung. Ich entnehme einer Notiz in Strasser's Arbeit (21, S. 224), dass nach Campana auch Verreaux über das Aufblähen der Haut beim Pelikan gearbeitet habe. Strasser scheinen übrigens die Arbeiten von Milne Edwards unbekannt geblieben zu sein, da er beim Pelikan nur von subcutanen Luftsäcken redet.

Sollte sich nun in der That für den Auerhahn Luftfüllung der Interstitien jenes weit ausgedehnten subcutanen Spaltensystems feststellen lassen, so liesse sich während des Balzgesanges eine mit dem Sträuben des Gefieders zusammenfallende Contraction der Hautmuskulatur des Nackens denken, durch welche momentan Luft in die Spalten unter dem Gehör-

gangswulst hineingepresst und dieser wie ein Kissen gegen die andere Gehörgangswand gedrückt würde. Damit wäre eine mechanische Erklärung der Taubheit gegeben, die nur dadurch in ihrer Bedeutung erheblich abgeschwächt würde, dass vermuthlich ganz ähnliche anatomische Verhältnisse bei der Auerhenne bestehen. Sehr ähnlich ist überdies der Befund beim Truthahn; ich vermochte hier durch Einstichsinjection unter den Gehörgangswulst den Gehörgang vollständig zu verschliessen. Eine specifische Eigenthümlichkeit des Auerhahnes kann also auf keinen Fall in jenen Einrichtungen gesucht werden. Ueberblicken wir schliesslich die für eine mechanische Erklärung des Auerhahnes verwertheten Momente, so ergiebt sich, dass, wenn man auch ihren Werth zugeben wollte, dennoch keines derselben als für diesen Vogel specifisch oder charakteristisch angesehen werden kann. Dies gilt auch für ein Verhalten, auf das J. R. Ewald (3) kürzlich die Aufmerksamkeit gelenkt hat. Er fand bei Versuchen an Tauben, dass Druckschwankungen der Perilymphe bei Schnabelbewegungen eintreten und erklärt dies daraus, dass beim Oeffnen des Schnabels Zerrungen des Trommelfelles durch Vermittelung der nach aussen leicht verschiebbaren Gehörgangshaut erfolgen und dass diese Trommelfellbewegungen durch die Columella auf die Perilymphe übertragen werden. Es ist nach Ewald anzunehmen, „dass durch den abnormen Druck der Endolymphe bei weit geöffnetem Schnabel das Thier schwerhörig wird." Wenn dies zugegeben wird, so würde Aehnliches auch für den Auerhahn gelten, der ja beim Schleifen den Schnabel weit geöffnet hält. Es würde dies aber nicht für diesen Vogel allein seine Gültigkeit haben, sondern in gleicher Weise für alle Vögel, die beim Singen den Schnabel längere Zeit weit öffnen. Einen Vorzug hat dieser Erklärungsversuch jedenfalls, dass er das momentane Auftreten bezw. Verschwinden der Taubheit verständlich macht.

Bereits oben wurden als die charakteristischste Eigenthümlichkeit des Gehörgangswulstes eigenthümliche echte epitheliale Drüsen erwähnt. Schon mit unbewaffnetem Auge nimmt man auf der äusseren Oberfläche des an dem von mir untersuchten Exemplare 15·5 ^{mm} im langen vertikalen, 7 ^{mm} im breiten horizontalen Durchmesser messenden Gehörgangswulstes feine grubige Vertiefungen oder kurze Furchen wahr, die über die Oberfläche des Wulstes nicht gleichmässig vertheilt sind. Der an der hinteren Gehörgangswand sitzende und von da sich zum Boden des Gehörganges herabziehende Wulst, besitzt nämlich eine stumpfe seiner Länge nach, also vertikal verlaufende Firste, welche einen schwächer geneigten aber breiteren äusseren d. h. der äusseren Ohröffnung zugekehrten und einen steiler abfallenden schmaleren inneren nach dem Trommelfell schauenden Abhang von einander scheidet. Der Wulst erscheint also auf dem senkrecht zu seiner Längsaxe geführten Durchschnitt dreiseitig (Fig. 1 u. 2). Nur auf

der breiteren äusseren sanfter geneigten Fläche fand ich die Grübchen und Furchen. Sie stehen in inniger Beziehung zu den epithelialen Drüsen, welche in grosser Zahl in den von compactem Bindegewebe gebildeten Wulst eingelassen sind: sie entsprechen den Mündungen dieser Drüsen. Von diesen Drüsen kann man zweierlei Formen oder Typen unterscheiden, welche jedoch durch Uebergangsformen verbunden sind und im feineren Baue und ihren Functionen sich nicht unterscheiden. Die Unterschiede beziehen sich also lediglich auf die Gestalt der äusseren Umrisse. Ein Blick auf den in Fig. 1 abgebildeten Querschnitt des Gehörgangswulstes vom Auerhahn belehrt über die Vertheilung der beiden Drüsentypen. Die eine Form, die man ihrer Grundform entsprechend als die schlauchförmige bezeichnen kann (Fig. 1, *b* u. *d*; Fig. 2, *c* u. *e*), findet sich in mehreren (bis zu 3) über einander liegenden Lagen von der Gipfelfirste des Wulstes bis nahe zur Basis; hier finden sich bereits Zwischenformen, an welche an der Basis gewöhnlich noch eine Reihe des zweiten Typus, den man als den sackförmigen bezeichnen könnte, sich anschliesst. Die schlauchförmigen Drüsen ziehen sehr schräg von der Oberfläche in die Tiefe mit der Richtung nach innen zum Trommelfell (tympanalwärts) und bilden mit der Oberfläche einen spitzen Winkel. Bei den mittleren schlauchförmigen Drüsen zeigt sich bereits das Mündungsstück gegen den Schlauch abgeknickt, sodass zwar letzterer noch den erwähnten sehr schiefen Verlauf erkennen lässt, das kurze Mündungsstück aber nahezu rechtwinklig zur Oberfläche steht. Indem nun dies Mündungsstück sich am Grunde sackartig ausweitet, der Drüsenschlauch sich verkürzt, eingezogen wird, oder als kurzer Anhang des weiten sackförmigen Mündungsstückes erscheint, kommt der zweite Typus zur Ausbildung, welcher einem etwa 0·4 ^{mm} langen und ebenso breiten Sack entspricht, von dessen Grunde nicht mehr ein langer nach dem Trommelfell zu gerichteter Schlauch sich entwickelt, sondern mehrere kürzere (bis 0.1 ^{mm} lange), die nach beliebigen Richtungen aus einander laufen (Fig. 1, *c*; Fig. 2, *d*).

Die erste Form, welche ich als schlauchförmige bezeichnet habe, zeigt sich in einer Längenausdehnung, welche bis 1·4 ^{mm} betragen kann und von einer Dicke bis 0·2 ^{mm}. Es sind diese Drüsen demnach makroskopisch sichtbare Gebilde. Wenn ich sie bisher als schlauchförmig bezeichnet habe, so soll damit nur die allgemeine Form bezeichnet und nicht etwa gesagt sein, dass sie zu den tubulösen Drüsen gehören. Vielmehr zeigen sie folgende weitere Einrichtungen. Ihre Wand zeigt vielfach grössere parallel der Längsachse der Drüse verlaufende Ausbuchtungen, welche an den verschiedensten Stellen vorkommen und von verschiedenster Weite und Ausdehnung sein können. Ich werde diese Ausbuchtungen als primäre bezeichnen. An feinen Schnitten werden sie häufig ausser Zusammenhang mit dem Hauptschlauch des Drüsenkörpers gesetzt, erscheinen als abgelöste

Inseln mitten im Bindegewebe (Fig. 1, *b'*; Fig. 2, *e*). Da diese Drüsen sich nun durch ein sehr kleinzelliges Epithel auszeichnen, so gleichen ihre abgetrennten primären Ausbuchtungen oft sehr Lymphknötchen. Meiner Meinung nach beruht das Bild, welches Moldenhauer von der sog. Gehörgangstonsille giebt, auf solchen durch den Schnitt von der Hauptmasse abgetrennten Theilen epithelialer Drüsen. Dass er Gefässe hineinzeichnet beruht auf der Dicke des Schnittes. Denn an dicken Schnitten werden die die Drüsen umspinnenden Gefässe mit den Zellenmassen zur Deckung kommen, scheinbar zwischen ihnen verlaufen. Die Möglichkeit aber, auch auf dicken Schnitten aus dem Zusammenhang gelöste Drüsentheile zu erhalten, ist dadurch gegeben, dass die primären Aussackungen oft recht ansehnlich sind. Auch Zweitheilungen der Drüsenschläuche, wie sie in Fig. 1 und 2 abgebildet sind, kommen vor, doch sind die Seitenästchen nur kurz, und viele solcher Zweitheilungen sind nur scheinbar, erklären sich aus der eigenthümlichen Architectur der Drüsen: denn wenn zwei Längsfalten neben oder übereinander sich aussacken und beide im Gebiet der tieferen Drüsenhälfte getroffen werden, ohne dass der Hauptschlauch hier im Schnitt erscheint, letzterer aber dafür mit dem Mündungsstück zusammen in den Schnitt fällt, so wird ein Bild erzeugt, welches einen sich theilenden Schlauch darstellt. In Wirklichkeit sind aber nur Ausbuchtungen vorhanden, welche allerdings unter dem Bilde longitudinaler Falten erscheinen können. Stets überzeugt man sich an Schnittreihen von der Zusammengehörigkeit der betreffenden Bildungen. Die primären Ausbuchtungen oder Falten der Schläuche sind nun aber wiederum mit kleinen secundären Ausbuchtungen halbkugliger oder halbellipsoidischer Form besetzt, welche man als Alveolen bezeichnen kann. Ihre basalen Durchmesser schwanken zwischen 20 und 40 μ, ihre Höhe beträgt gewöhnlich 20 μ. An dickeren gefärbten Schnitten, welche zufällig eine Wandfläche der Drüse abgetragen haben, treten die Alveolen als dunkler gefärbte Flecken auf dem dazwischenliegenden Seitenwandgrunde des Drüsenschlauches oder einer primären Ausbuchtung hervor (vgl. Fig. 1, *b'*). Am Mündungsstück der Drüse finden sich keine alveolären Ausbuchtungen.

Von dieser ausführlicher geschilderten schlauchförmigen Drüsenart unterscheiden sich die sackförmigen nur durch die oben bereits angeführten Eigenschaften; die im Grunde des Drüsensacks mündenden kurzen Schläuche kann man als ihre primären Ausbuchtungen bezeichnen. An diesen finden sich, ebenso wie im Grunde des Drüsensacks zahlreiche secundäre Ausbuchtungen oder Alveolen von derselben Grösse und Beschaffenheit, wie sie oben geschildert wurden. Gemeinschaftlich beiden Formen der Drüsen und charakteristisch für sie sind die alveolären Aussackungen der Wandung. Man kann deshalb keine von beiden als eine tubulöse Drüse bezeichnen.

Wir haben es vielmehr gleich den Talgdrüsen und Meibom'schen Drüsen der Säuger mit echten alveolären Drüsen zu thun, die allerdings nicht ganz unter das von Flemming (4) aufgestellte Schema passen.

In Betreff der feineren Structurverhältnisse waren nur leider wegen des schlechten Erhaltungszustandes des vorliegenden Materials nicht vollkommen befriedigende Aufschlüsse zu erhalten. Soviel war sicher festzustellen, dass innerhalb einer Membrana propria mehrere Zellenschichten über einander am Aufbau der epithelialen Wand der Drüse betheiligt sind. Diese Zellen sind aber von sehr geringem Durchmesser. Aus den Abständen der Kerne benachbarter Zellen berechnet sich der Durchmesser der Drüsenzellen auf etwa 4 μ. Nach dem Innern der Drüse schienen die Zellen lockerer zu liegen und ein Drüsenlumen zu begrenzen, in das sie vermuthlich, einem Verfettungsprocesse verfallen, hineinfallen, um nach der Art und Weise des Hauttalgs nach aussen entleert zu werden. In den Mündungsstücken der Drüsen fand ich den kleinen polyedrischen Zellen aufliegend mehrere Schichten abgeplatteter verhornter Zellen, wie sie auch auf der äusseren Oberfläche des sehr dünnen Gehörgangsepithels vorkommen. Diese Hornschichten waren vielfach schon vollkommen abmacerirt, aber in den Buchten, welche die Falten der Gehörgangshaut begrenzen, noch vielfach erhalten. Die Dicke des Gehörgangsepithels ohne die verhornten Schichten fand ich nur zu 8 bis 10 μ.

Der Befund eigenthümlicher nach ihrem Bau den Talgdrüsen anzureihender Drüsen im Gehörgangwulst des Auerhahnes steht nun nicht vereinzelt da. Ganz ähnliche Drüsen fand ich in dem entsprechenden Wulst beim Haushuhn (beiden Geschlechtern), beim Puter und Fasan. Die Drüsen besitzen hier eine einfachere Gestalt und regelmässigere Anordnung. Am genauesten habe ich den Gehörgangwulst bei Gallus domesticus untersucht. Schon bei makroskopischer Betrachtung zeigt der Gehörgangwulst des Huhnes ein eigenthümliches Aussehen (Fig. 3). Er liegt an der hinteren Wand des äusseren Gehörganges sowohl als an der unteren Wand, während das mit seinem Umbo in den Gehörgang vorgewölbte Trommelfell der oberen und vorderen Wand des Gehörganges entspricht, dabei eine solche Neigung gegen die Horizontalebene zeigt, dass es oben und hinten mit seinem Rande weiter nach aussen (lateral) liegt, als vorn und unten. Daraus folgt, dass die vordere und untere Wand des Gehörganges länger sind, als die hintere und obere. Da wo der Gehörhörgangwulst von der hinteren Wand sich auf den Boden des Gehörgangs fortsetzt, zeigt er eine leichte Verdünnung oder Einkerbung, die ihre Lage gerade gegenüber dem vorragenden Umbo des Trommelfelles besitzt. Durch diese Einkerbung zerfällt er in zwei nahezu gleich lange Theile, die zusammen einen bandförmigen Wulst von 10 bis 12 ^{mm} Länge und 2 bis $2\frac{1}{2}$ ^{mm} Breite bilden. Die Längsaxe dieses Wulstes ist senkrecht zur Axe

des Gehörganges gestellt. Jede Hälfte des Wulstes zeigt überdies eine leichte lateral (nach aussen) gerichtete Concavität. Wenn nun auch im Allgemeinen der gesammte zweitheilige Wulst rechtwinklig zum Verlauf des äusseren Gehörganges angeordnet ist, so ergeben sich wegen der verschiedenen Längen der hinteren und unteren Wand seine Abstände von der Ohröffnung sowohl, wie vom Trommelfell an verschiedenen Stellen verschieden. Sein der hinteren Wand angehöriges hinteres oberes Ende liegt dicht am Trommelfell und $6\,^1/_2{}^{mm}$ von der äusseren Ohröffnung, sein der unteren Wand angehöriges vorderes unteres Ende dagegen $3\,^1/_2{}^{mm}$ vom Trommelfell und 9^{mm} von der äusseren Ohröffnung. Die Richtung des Wulstes bildet also mit der Richtung des hinteren unteren Trommelfellrandes einen spitzen Winkel.

Im Allgemeinen kann man nun jede der beiden Hauptabtheilungen des Wulstes als halbcylindrisch bezeichnen; im einzelnen sind beide aber noch mit einem besonderen, ich möchte sagen secundären Relief versehen. Senkrecht zum Längendurchmesser verlaufende sanfte Wülste bewirken eine grobe quere Rippung. Jeder einzelne dieser queren Wülste erscheint weisslich und entspricht einer eingelagerten flaschenförmigen Drüse. Das Ganze gewährt einen ähnlichen Anblick, wie den, welchen man makroskopisch bei der Betrachtung der Conjunctivalflächen der Augenlider von den Meibom'schen Drüsen erhält. Wir werden unten sehen, dass auch der Bau der Drüsen sich am meisten mit dem der Meibom'schen der Augenlider vergleichen lässt.

Wenn man nun einen leichten Druck auf den frischen Gehörgangwulst ausübt, so sieht man aus ebenso viel Oeffnungen, wie man Querwülste gezählt hat, einen weissen milchigen Saft hervortreten. Die Oeffnungen entsprechen den Drüsenmündungen. Ihre Zahl beträgt in jeder Abtheilung zwischen 6 bis 7, so dass man im Ganzen 12 bis 14 flaschenförmige Drüsen im Gehörgangwulst des Huhnes zählen kann. Jedoch ist hervorzuheben, dass der letzte unterste Wulst, der sich durch Kürze und Dicke von den übrigen unterscheidet, nicht einer Drüse, sondern einer Fettansammlung entspricht. Ihre Mündungen liegen nicht genau in einer geraden Linie, sondern etwas gegen einander bald nach oben, bald nach unten verschoben. Diese geringen Unregelmässigkeiten ändern aber nichts an der Thatsache, dass nur eine Lage von Drüsen vorhanden ist. Ihre Mündungen sind noch auf eine andere Weise makroskopisch leicht nachzuweisen. Bringt man nämlich den frischen Wulst in Osmiumsäure, so erscheinen nach kurzer Zeit die Mündungsstellen der Drüsen als schwarze Punkte (vergl. Fig. 4 bei *a*). Dies weist darauf hin, dass das Secret der Drüsen ein stark fetthaltiges ist. Die mikroskopische Untersuchung des aus den Drüsen herausgepressten Secretes bestätigt dies in vollem Maasse. Der milchige Saft

enthält zahlreiche kugelig gequollene, an Fettkügelchen reiche Zellen, sowie zahlreiche freie Fettkügelchen.

Die Untersuchung des Gehörgangwulstes an Schnitten gewährt weiteren interessanten Aufschluss. Ein Querschnitt des Wulstes senkrecht zu seinem längsten Durchmesser, also parallel den Querwülsten, zeigt die Drüsen der Länge nach getroffen (Fig. 4). Sie stellen im Allgemeinen Schläuche dar, welche bis 1·4 mm Länge erreichen. Diese Schläuche und das sie umgebende Bindegewebe sind aber nicht die einzigen Bestandtheile des Gehörgangwulstes. Sie entsprechen im Allgemeinen mehr den der äusseren Ohrmündung zugekehrten Theilen des Wulstes, während am tympanalen Abhange desselben sich eine reichliche Fettansammlung im Unterhautbindegewebe einstellt, die sich in geringerer Dicke noch lateral unter die Drüsen schiebt (Fig. 4 bei *c*, *c*). Aus dem Längsschnitt einer Drüse in Fig. 4 ist das Eigenthümliche ihrer Gestalt deutlich erkennbar. Ihr Körper besteht aus einem längeren cylindrischen Schlauch, der sich in geringer Entfernung von der Oberfläche des Wulstes, nahezu parallel derselben, tympanalwärts erstreckt, aber sowohl an seinem Grunde, wie auch an anderen Stellen mit mannigfachen Ausbuchtungen versehen ist; Längsfalten wechseln mit unregelmässigen Ausbuchtungen von sehr verschiedener Form und Grösse ab, stören aber nur wenig den allgemeinen Schlauchcharakter. Besondere kleine secundäre Ausbuchtungen, wie ich sie beim Auerhahn als Alveolen bezeichnet habe, vermochte ich hier nicht zu unterscheiden. Nur an einer Stelle kommt zu dem Schlauche etwas Besonderes hinzu, nämlich nach aussen (lateralwärts) von der Ausmündungsstelle der Drüsen finden sich noch einzelne besondere gröbere rundliche Ausbuchtungen, wie grössere Alveolen mit weiter Mündung sich in das Mündungsstück des Schlauches einsenkend (links in Fig. 4). Die eigentliche Drüsenmündung nun erscheint im Vergleich mit der grössten Weite des Schlauches ansehnlich verengt. Während die weiteste Stelle des Schlauches 0·28 mm misst, reducirt sich die Mündung auf eine Oeffnung von 0·12 mm Durchmesser. In unserer Abbildung ist die Oeffnung durch einen mit Osmiumsäure schwarzbraun gefärbten Pfropf, der aus Drüsensecret besteht, verstopft.

Querschnitte der Drüsenschläuche ergänzen in willkommener Weise unsere Anschauung (Fig. 5). Man erkennt hier, dass die Schläuche oft so dicht neben einander liegen, dass das trennende Bindegewebe auf schmale (oft nur 20 μ dicke) Septen reducirt ist. Die Formen des Querschnittes weichen mehr oder weniger von der reinen Kreisform ab; sie sind seitlich comprimirt, besitzen eine oder mehrere stumpfe Ecken, locale Ausbuchtungen und dergleichen mehr. In unserer Fig. 5 ist die am weitesten rechts gelegene Drüse gerade an der Stelle ihrer Ausmündung (bei *a*) getroffen.

Was den feineren Bau der Drüsen betrifft, so kann man an Durch-

schnitten von Alkohol-Alaunkarmin-Praeparaten eine dunkler gefärbte, dichtere Randzone von einer kaum gefärbten, lockeren inneren Zone unterscheiden. Beide bestehen aus kleinen epithelialen Zellen. In der Randzone sind die Zellengrenzen kaum wahrzunehmen, die Zellkörper gefärbt, die Kerne dagegen weniger stark gefärbt, als in den inneren Zellenmassen. Die Grösse der Zellen der Randzone berechnet sich aus den Abständen der Kerne auf etwa 5 μ. Die innere Zone ist selbstverständlich gegen die Randzone nicht scharf abgegrenzt, sondern geht aus derselben allmählich hervor; ihre Grenzen gegen das Lumen sind nicht glatt, sondern buchtig (Fig. 5); die sie zusammensetzenden Zellen sind locker aneinander gereiht, häufig gruppenweise aus dem Verbande gelöst frei im Innern des Lumen. Die Zellen unterscheiden sich von den Zellen der Randzone durch ihre bedeutendere Grösse (sie können doppelt so gross sein als die Zellen der Randschicht) und ihre Farblosigkeit nach ihrer Behandlung mit Alaunkarmin. Dagegen erscheinen ihre Kerne kleiner, aber intensiver gefärbt. Gefärbt sind aber im Kern der Kernoberfläche naheliegende kuglige Klümpchen. Es erinnern diese Bilder am meisten an die von Flemming (5) als chromatolytische Veränderungen aus dem Follikelepithel des Kaninchen-Eierstockes beschriebenen und in Fig. 16 abgebildeten, sowie an die Form der Kerndegeneration, deren Wesen nach Pfitzner (19) darin besteht, dass das feine complicirte Gerüstwerk des Kernes zu gröberen massiven Abschnitten zusammenfliesst und schliesslich in getrennte Klumpen zerfällt. Auch die von Nissen (17) beschriebenen, an den Kernen der Milchdrüsenzellen bei der Absonderung erfolgenden Veränderungen zeigen Aehnliches.

Ergänzt werden diese Befunde an Schnitten durch Untersuchung des ausgepressten Drüsensecrets. Neben zahlreichen freien Fetttröpfchen erscheinen hier isolirt oder noch gruppenweise aneinander haftend die bereits an Schnitten studirten inneren Zellen der Drüsen wieder. Sie besitzen äusserst blasse, wie gequollene Zellkörper, in denen ausser dem veränderten Kern zahlreiche, durch Osmiumsäure sich schwärzende Kügelchen enthalten sind, deren Natur als Fettkügelchen leicht festgestellt werden kann. Ausserhalb der Zelle fliessen diese Kügelchen leicht zu grösseren Fetttröpfchen zusammen. Neben den Fetttröpfchen liesen sich in vielen der Zellen noch eigenthümliche hyaline Kügelchen nachweisen, die durch Osmiumsäure nicht geschwärzt wurden.

Die im Vorstehenden gemachten Mittheilungen erheben nicht den Anspruch, die feinsten histologischen Vorgänge in den Gehörgangsdrüsen des Huhnes erschöpfend darzustellen. Es lag dies nicht in dem Plane dieser kleinen Arbeit, die eine ganz andere Ausgangsrichtung genommen hatte. Anderenfalls hätte ich auch besonders auf das Vorkommen von Mitosen

Rücksicht zu nehmen gehabt. Ich habe meine Praeparate allerdings auch darauf durchmustert und in der Randzone Bilder gefunden, die ich nur als Mitosen deuten kann, die aber bei der ausserordentlichen Kleinheit der Zellen dieser Schicht noch einer eingehenderen Untersuchung mit anderen Methoden bedürfen, um als gesicherte Befunde hingestellt werden zu können. Wenn nun auch hier eine noch nicht vollständig ausgefüllte Lücke besteht, so kann man doch in Betreff der feineren Vorgänge bei der Secretion in den Gehörgangsdrüsen behaupten, dass in das Secret grosse Mengen abgestossener zelliger Elemente hineingelangen, dass diese Zellen vollgepfropft sind von Fettkügelchen, daneben aber durch Quellung bedeutend vergrössert und in ihren Kernen verändert erscheinen. Neben der Fettproduction in den Zellen ist eine Vergrösserung derselben und Auflockerung ihres Verbandes in Folge einer Quellung erzeugenden Durchtränkung mit einer Flüssigkeit für den Secretionsprocess charakteristisch. Dieser fortwährende Verlust an Zellmaterial dürfte durch zahlreiche mitotische Theilungen in der Randschicht fortwährend wieder ersetzt werden, und somit letztere als Keimschicht zu bezeichnen sein.

Das Epithel des äusseren Gehörganges ist auch beim Huhn sehr dünn; die gesammte Lage misst nur 12—14 μ, wovon 8—10 auf eine tiefere kernhaltige, durch Alaunkarmin färbbare, 4—6 auf eine oberflächliche gelbliche kernlose Schicht kommen. Letztere besteht aus mehreren leicht abblätternden Lagen kernloser Schüppchen. In das kurze Mündungsstück der Drüsen hinein setzt sich das Stratum corneum unter Zunahme an Dicke fort. Im Drüsenkörper wird es gewissermaassen durch die dem Lumen benachbarten aufgelockerten verfettenden Zellenschichten ersetzt.

Während in dem compacten Bindegewebe des Gehörgangwulstes vom Auerhahn lymphoide Einlagerungen nicht nachgewiesen werden konnten, ist in dem entsprechenden Wulst des Huhnes eine partielle lymphoide Infiltration leicht zu constatiren. Man wähle aber dazu nicht Längsschnitte der Drüsen, sondern Querschnitte (Fig. 5). An Längsschnitten können lymphoide Einlagerungen leicht mit tangential abgetragenen Theilen des Drüsenwandepithels verwechselt werden. An Querschnitten sieht man letztere scharf gegen das umgebende Gewebe begrenzt und an einigen Stellen sowohl innerhalb der Septen zwischen den Drüsen, als auch in dem Bindegewebe zwischen Drüsenkörper und Oberflächenepithel dichte Einlagerungen von Leucocyten (bei *b* in Fig. 5). Dieselben bilden jedoch nie circumscripte Lymphknötchen, sondern gehen diffus in das umgebende Bindegewebe über. In der die Drüsen bei *b* in Fig. 5 umgebenden Infiltration sind mehrere Gefässdurchschnitte im Innern des lymphoiden Gewebes zu erkennen.

Ganz ähnlich wie beim Huhn verhält sich der Gehörgangwulst und seine Drüsen bei den übrigen von mir untersuchten hühnerartigen Vögeln,

beim Puter (beide Geschlechter) und beim Fasan. Bei einem Truthahn fand ich den Wulst 8·5 mm lang und 2 mm breit und ganz ähnlich zum Trommelfell und zum äusseren Gehörgang gestellt, wie ich es oben beim Huhn beschrieben habe. Auch hier zieht sich der Wulst von der hinteren zur unteren Wand und besitzt an der Uebergangsstelle von der einen zur anderen eine Einsenkung, sodass er deutlich zweitheilig ist. Während der Wulst selbst weisslich erscheint, besitzt die sehr elastische Haut des äusseren Gehörganges vom Wulst bis zum Trommelfell eine gelbe Farbe. Die Mündungen der im Wulst enthaltenen Drüsen treten am äusseren Abhange desselben als röthliche Punkte auf weisslichem Grunde hervor. Die Entfernung des oberen Endes des Gehörgangwulstes von der äusseren Ohröffnung beträgt 6 mm, des unteren Endes 11 mm. Vom Trommelfell ist letzteres 6 mm entfernt. Bei Betrachtung des Einganges zum Gehörgang sieht man von dem Wulste nichts; man kann ihn aber durch Herausziehen der nur locker auf der Unterlage befestigten Haut leicht hervorziehen und sichtbar machen. Ueber Injection des Unterhautbindegewebes beim Puter habe ich oben schon gehandelt. Der feinere Bau und die Anordnung der Drüsen stimmen in allen wesentlichen Punkten mit denen des Huhns überein.

Auch beim Fasan bestehen ganz ähnliche Verhältnisse. Der zweigetheilte, an hinterer und unterer Wand des Gehörganges gelagerte Wulst zeigt eine leicht höckrige Oberfläche und tritt auch durch seine röthliche Farbe auf dem gelb gefärbten Grunde der Haut des äusseren Gehörgangs deutlich hervor. Er ist $10^1/_2$ mm lang, 3 mm breit, 1 mm hoch, mit seinem unteren Ende entfernter vom Trommelfell als mit dem oberen, das an letzteres dicht heranreicht. Die Entfernung des hinteren oberen Endes von der Gehörgangsöffnung beträgt 6.5 mm, die des unteren vorderen Endes 10 mm. Schnitte habe ich hier nicht angefertigt, wohl aber das Vorkommen von Drüsen constatirt.

Von anderen Vögeln habe ich bisher nur noch bei der Taube und nicht immer bei der Gans eine Wulstung der Gehörgangshaut an der entsprechenden Stelle gefunden, aber ohne jede Spur von Drüsen; die Wulstung war vielmehr durch subcutanes Fett erzeugt. Jegliche Andeutung eines Wulstes überhaupt wurde bei folgenden Vögeln vermisst, die ich gelegentlich darauf untersuchen konnte: Garrulus glandarius, Pica caudata, Buteo vulgaris, Athene noctua, Rhea americana. Auffallend war es, dass beim Bussard trotz des mangelnden Wulstes und seiner Fett absondernden Drüsen die Oberfläche der Gehörgangshaut von einer Fettschicht überzogen war. Möglichenfalls finden sich hier Drüsen an anderen Stellen des Gehörganges, doch habe ich dies nicht weiter untersucht.

Die beschriebenen Drüsen des Gehörgangwulstes nehmen nun noch ein allgemeineres Interesse in Anspruch. Bekanntlich werden der Haut der Vögel

allgemein Drüsen irgend welcher Art abgesprochen mit Ausnahme der Bürzeldrüse (Glandula uropygii). So sagt Wiedersheim (24): „Die Vogelhaut ist drüsenlos bis auf eine einzige, in der Nähe des Schwanzendes gelegene Stelle, wo die zum Einfetten des Gefieders dienende Bürzeldrüse (Gl. uropygii) ihren Sitz hat.“ Andere Forscher äussern sich in ähnlicher Weise, so Leydig in seiner Histologie (11, S. 84), so Kossmann (10) in seiner Arbeit über die Bürzeldrüse. Letzterer sagt S. 573: „So fehlen denn dem Vogel die über den ganzen Körper verbreiteten Hauttalgdrüsen, wie es scheint, ohne jede Ausnahme.“ Er citirt dabei folgende Beobachtung Tiedemann's (22, Bd. I. S. 730, Zusatz zu Kapitel 8): „Beim gemeinen Reiher (Ardea cinerea) fand ich sechs Wollenbüschel oder Wollenkisschen, nämlich zwei zu beiden Seiten der Brust, die länglich und ohngefähr zwei Zoll lang sind; zwei liegen hinten am Becken seitwärts und zwei andere liegen vorn am Becken. Diese Wollenbüschel bestehen nach meinen Untersuchungen aus kleinen Federchen, welche zwischen sehr vielen kleinen röhrenförmigen Drüschen sitzen. Zu den Drüschen gehen viele Gefässe unter der Haut weg, welche in den Drüschen eine fette gelbliche starkriechende Flüssigkeit absondern. Diese Flüssigkeit ölt die Federn ein, conservirt sie und macht, dass das Wasser schnell von den Federn abfliesst. Ich vermuthe, dass sich ähnliche Wollenbüschel auch bei andern Sumpf- und Wasservögeln finden.“ Kossmann erklärt jedoch Tiedemann's Angabe für irrthümlich. Jene vermeintlichen Drüschen sind nach ihm „nichts Anderes als die Federbälge, welche, wie auch die Federspule, eine gelbliche Färbung besitzen.“ So würde denn in der That nach den übereinstimmenden Angaben der genannten Forscher nur die Bürzeldrüse als einziger Repräsentant der Hautdrüsen bei den Vögeln übrig bleiben, zumal da auch Meissner's Angaben, dass er in den Fussballen des Haushuhns und des Truthahns Schweissdrüsen gefunden habe, weder von Leydig noch von Hanau (9, S. 15) bestätigt worden sind.

Eine wichtige Angabe, die sich bei Tiedemann (22) findet, scheint aber allgemein übersehen zu sein. Nur bei Gadow (7) finde ich eine Notiz, die auf eine zweite Localität als Fundstätte von Hautdrüsen hinweist. S. 488 sagt er: „Die Haut der Vögel zeichnet sich durch Armuth von Drüsen aus. Ausser kleinen Ohrenschmalzdrüsen in der Wand des Ohreinganges sind Hautdrüsen auf die einzige Bürzeldrüse beschränkt. Schweissdrüsen fehlen gänzlich.“ Da Gadow an einer anderen Stelle seines Werkes (S. 463—465), bei der Beschreibung des äusseren Gehörganges ausführlich über die Arbeiten von Wurm und Graff referirt, aber nichts über Drüsen im Gehörgangwulst sagt, so kann er letztere nicht gemeint haben; dagegen spricht die Betonung des Ohreinganges als Sitz der Drüsen. Ich vermuthe daher, dass seine Angabe nicht auf eigene Beobachtungen zurück-

zuführen ist, sondern ihre Entstehung einer nicht ganz getreuen Reminiscenz einer Stelle bei Tiedemann verdankt, umsomehr als Tiedemann's Angaben vielfach von Gadow citirt werden. Tiedemann sagt Bd. I, S. 93 seines Werkes: „Comparetti will bei den hühnerartigen Vögeln am Ende des Gehörgangs Drüsen gefunden haben, die eine talgartige Materie absondern, welche dem Ohrenschmalz glich.“ Gadow hat nun vermuthlich unter „Ende“ des Gehörgangs „Eingang“ verstanden. Man sieht aber, dass auch Tiedemann sich nicht auf eigene Untersuchungen bezieht, sondern auf Comparetti's Werk vom Jahre 1789 (2). Zu meiner Ueberraschung fand ich nun dort bereits eine gute makroskopische Beschreibung des Gehörgangwulstes und seiner Drüsen beim Huhn. Sie lautet (p. 160): „Interior superficies communiter valde laevis cum epidermide, quae facile separatur, oblinita humore sebaceo, e glandulis plurimis subjectis secreto; sed sub finem meatus eminet maxime in gallinis acervus glandularis, qui, instar marginis transversi et inferioris, se offert, sub quo principium osseum meatus subest, praesertim retrorsum..... In hoc acervo fere hemicylindrico glandulae oblongae transversas sectiones occupant, sicuti glandulae Meibomii in tarsis palpebrarum, quarum 13 aut 14 enumeravi in longitudine part. 13 aut 15.

Man sieht, es gebührt Comparetti das Verdienst, diese Drüsen entdeckt zu haben. Seine Entdeckung ist, wie so viele, in der Folge in Vergessenheit gerathen und auch Tiedemann's Citat vermochte sie bis heute nicht der Vergessenheit zu entziehen.

Dies sind die Angaben, die ich in der Litteratur über Hautdrüsen bei den Vögeln aufzufinden vermochte. Es ist zu vermuthen, dass trotz der herrschenden Ansicht bei genauer Untersuchung der verschiedensten Vögel noch andere Stellen gefunden werden, welche Drüsen besitzen.

Verzeichniss der citirten Litteratur.

1. Campana, *Physiologie de la respiration chez les oiseaux. Anatomie de l'appareil pneumatique pulmonaire etc.* Paris, Masson 1875.

2. A. Comparetti, *Observationes anatomicae de aure interna comparata.* Patavii 1789. p. X der Praefatio und p. 160.

3. R. Ewald, Zur Physiologie der Bogengänge. (Fortsetzung.) Ueber Bewegungen der Perilymphe. Pflüger's *Archiv.* 1889. Bd. XLIV. S. 325—326.

4. W. Flemming, Ueber Bau und Eintheilung der Drüsen. *Dies Archiv.* Anat. Abthlg. 1888. S. 287 ff.

5. Derselbe, Ueber die Bildung der Richtungsfiguren in Säugethiereiern beim Untergang Graaf'scher Follikel. *Dies Archiv.* Anat. Abthlg. 1885.

6. Fürbringer, *Untersuchungen zur Morphologie und Systematik der Vögel.* Amsterdam 1888. Bd. II. Allgemeiner Theil. S, 1014 u. 1071.

7. H. Gadow, Vögel. In: Bronn's *Classen und Ordnungen des Thierreichs.* Bd. VI. Abthlg. IV. 21. u. 22. Lief. S. 464 u. 488.

8. L. v. Graff, Zur Naturgeschichte des Auerhahnes (Tetrao urogallus). *Zeitschrift f. wiss. Zoologie.* 1885. Bd. XLI.

9. A. Hanau, Beiträge zur Histologie der Haut des Vogelfusses. *Bonner Dissertation.* 1881. S. 15—16.

10. R. Kossmann, Ueber die Talgdrüsen der Vögel. *Zeitschr. f. wiss. Zoologie.* 1871. Bd. XXI. S. 573.

11. F. Leydig, *Histologie.*

12. J. Méry, Observations sur la peau du pélican. *Mémoires de l'acad. de sc. de Paris.* 1666—1669. t. 2. p. 144. t. 10. p. 483. — *Oeuvres de Jean Méry.* Paris 1888. p. 365.

13. A. Milne-Edwards, Observations sur l'appareil respiratoire de quelques oiseaux. *Annales des sciences natur.* 1865. 5. série. Zoologie. t. III. p. 137—142.

14. Derselbe, Note additionelle sur l'appareil respiratoire de quelques oiseaux. *Ebenda.* 1867. 5. série. Zoologie. t. VII. p. 12—14.

15. Derselbe, *Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux.* 1857. t. II. p. 361.

16. W. Moldenhauer, Vergleichende Histologie des Trommelfelles. *Archiv f. Ohrenheilkunde.* 1878. Bd. XIII. S. 138. Fig. 10. Taf. II u. III.

17. F. Nissen, Ueber das Verhalten der Kerne in den Milchdrüsenzellen bei der Absonderung. *Archiv f. mikrosk. Anatomie.* 1886. Bd. XXVI.

18. Owen, Notes on the anatomy of the redbacked Pelican (Pelicanus rufescens). *Proceed. of the zool. soc. of London.* 1835. vol. III. p. 9 and 10.

19. W. Pfitzner, Zur pathologischen Anatomie des Zellkerns. Virchow's *Archiv.* 1886. Bd. CIII. S. 287.

20. Sappey, *Recherches sur l'appareil respiratoire des oiseaux.* Paris 1847.

21. H. Strasser, Ueber die Luftsäcke der Vögel. *Morphol. Jahrbuch.* 1877. Bd. III. S. 224.

22. Fr. Tiedemann, *Anatomie und Naturgeschichte der Vögel.* Heidelberg 1810. Bd. I. S. 93.

23. v. Tröltsch, *Lehrbuch der Ohrenheilkunde.* 7. Aufl. 1881. S. 5.

24. R. Wiedersheim, *Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere.* 1886. 2. Aufl. S. 29.

25. W. Wurm, *Das Auerwild, dessen Naturgeschichte, Jagd und Hege.* Stuttgart 1874.

26. *Dasselbe.* 2. Aufl. Wien 1885.

27. Derselbe, Die Taubheit des schleifenden Auerhahnes. Eine Erwiderung. *Zeitschrift für wissensch. Zoologie.* 1885. Bd. XLI.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. II.)

Fig. 1. Querschnitt durch den Gehörgangwulst des Auerhahns. *a* Durchschnitt der Gipfelkante. Nach links sanfterer äusserer Abhang mit den Drüsenmündungen. *b*, *b* alveoläre Drüsen des schlauchförmigen Typus, die obere derselben mit scheinbarer Zweitheilung des Endes; von der unteren ist bei *b'* ein Stück ausser Zusammenhang mit dem Mündungsstück; deutliche secundäre Alveolen. *c* alveoläre Drüse des sackförmigen Typus. *d* eine durch den Schnitt ausser Zusammenhang mit ihrem Mündungsstück gesetzte Drüse des schlauchförmigen Typus, welche in einer anderen Ebene, etwa bei *d'*, ihr Mündungsstück besitzen würde. *e* Blutgefässe. *f* lockeres subcutanes Bindegewebe. Vergrösserung 20mal.

Fig. 2. Durchschnitt durch den Gehörgangwulst des Auerhahns. Drüsenformen aus einer Schnittserie zusammengestellt. *a*, *b* äusserer Abhang des Wulstes. *c*, *c* Drüsen des schlauchförmigen Typus. *d* sackförmige Drüse. *e* kleines Stück einer vierten Drüse, welche an den folgenden Schnitten einerseits ihr Ausmündungsstück *e'* erhält, andererseits von *e* aus sich weiter in die Tiefe ausbreitet. Vergrösserung 18mal.

Fig. 3. Rechter Gehörgangwulst des Huhnes. *a* hinteres oberes, *b* vorderes unteres Ende des Wulstes. *c* Rand der Ohröffnung. *d* Ansatz des Trommelfelles. Natürliche Grösse.

Fig. 4. Längsschnitt einer Gehörgangsdrüse des Huhnes. *a* Secretpfropfen der Mündung, durch Osmiumsäure geschwärzt. *b* Epithel des äusseren Gehörgangs. *c*, *c* Fett im Unterhautbindegewebe. Vergrösserung 50mal.

Fig. 5. Querschnitt durch sechs Drüsen des Gehörgangwulstes vom Huhn. Bei *a* ist eine Drüsenmündung getroffen, bei *b*, *b* lymphoides Gewebe; die hellen Flecke darin bezeichnen Gefässquerschnitte. Vergrösserung 35mal.

Die Endigung des Duralsackes im Wirbelcanal des Menschen.

Von

Dr. R. Wagner
in Berlin.

Seitdem die Wegnahme einzelner Theile des Kreuzbeines bei der Exstirpation von Tumoren des Mastdarmes, besonders von hochsitzenden und sonst schwer zugänglichen Rectalcarcinomen mehrfach geübt wurde, hat die Frage nach dem anatomischen Ende der Rückenmarkshäute im Wirbelcanal auch eine erhöhte practische Bedeutung erlangt.

Bei der bisher geübten Operationsmethode, die sich auf eine Wegnahme einzelner Stücke des Kreuzbeines bis höchstens zum unteren Ende des zweiten Sacralwirbels erstreckte, ist man auf irgend erschwerende Momente nicht gestossen. Gleichwohl dürfte es angebracht erscheinen, durch eine grössere Reihe sorgfältiger Untersuchungen festzustellen, wie weit der Sack der Dura mater im Sacralcanal sich erstreckt, ob hier Unregelmässigkeiten vorkommen, oder ob man ohne Gefahr, den Duralsack zu eröffnen, bis zu einer gewissen Höhe Kreuzbeintheile exstirpiren kann.

Ich habe es mir, von diesem Gesichtspunkte ausgehend, zur Aufgabe gestellt, durch Untersuchung an Leichen festzustellen, in welcher makroskopischen Form und in welcher Höhe der Duralsack im Wirbelcanal aufhört, eine geschlossene mit Flüssigkeit gefüllte Blase darzustellen, indem ich mir eine mikroskopische Analyse der hier in Betracht kommenden Verhältnisse für später vorbehalte.

In den gangbaren Lehrbüchern der Anatomie finden sich zumeist nur kurze Notizen über den beregten Gegenstand, die ausserdem wenig praecise gehalten und nicht mit einander übereinstimmend sind.

So sagt Hyrtl[1] über das eigentliche Ende des Duralsackes nichts; er erwähnt nur, dass von der stumpfkegelförmigen Spitze des Rückenmarkes

---

[1] Hyrtl, *Lehrbuch der Anatomie des Menschen.* Wien 1884. 17. Aufl.

das Filum terminale sich bis zum Ende des Sackes der harten Rückenmarkshaut erstrecke.

Pansch[1] giebt an: „Der Sack der Dura mater spinalis endet unten an der Mitte des Kreuzbeines, oben am Foramen occipitale.“

Etwas ausführlicher bemerkt Gegenbaur:[2] „Aus dem Conus terminalis geht das Filum terminale hervor; dieses ist auf der grössten Strecke seiner Länge nach von den Rückenmarkshäuten umgeben, liegt im „Sacke“ der Dura mater, durchsetzt aber dessen Ende und verläuft dann mit etwa ein Viertel seiner Gesammtlänge durch das Ende des Sacralcanales auf die Caudalwirbel, mit deren Periost es zu verschmelzen scheint.“

Merkwürdigerweise bringt Henle[3] in seinem grossen Werke über die uns interessirende Frage gar nichts.

Im Unterschied von Pansch sagt Nuhn:[4] „Was die Länge anbelangt, so ist das Rückenmark, das schon am zweiten Lendenwirbel sein Ende erreicht, viel kürzer als der Schlauch der Dura mater, der bis in den Anfang des Sacralcanales, wo er zugespitzt endigt, hinabsteigt und statt des Rückenmarkes nur die langen Wurzeln der Lumbal- und Sacralnerven enthält.“

Keine näheren Angaben über das Duralende finden sich bei Krause,[5] trotz seiner ausführlichen Beschreibung des Filum terminale.

Von französischen Anatomen verlegt Sappey[6] das untere Ende der Dura mater sogar in das untere Ende des Sacralcanales: „La dure-mère rachidienne se prolonge à la manière d'une gaîne du pourtour du trou occipital à l'extrémité inférieure du canal sacré et s'étend par conséquent bien au dela des limites de l'axe cérétrospinal. — Son extrémité inférieure entoure les cordons nerveux, qui forment la queue de cheval, cordons, dont elle reste séparée par un large espace, que remplit le liquide céphalo-rachidien. En parcourant le canal sacré, elle se rétrécit sans contracter aucune adhérence avec ses parois, et se termine en culde-sac au niveau de la base du coccyx.“

Auch Tillaux[7] lässt die Dura mater blindsackförmig an der Basis des Steissbeines endigen.

---

[1] Pansch, *Grundriss der Anatomie des Menschen.* S. 474.
[2] Gegenbaur, *Lehrbuch der Anatomie des Menschen.* Leipzig 1885.
[3] Henle, *Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen.*
[4] Nuhn, *Lehrbuch der practischen Anatomie.* Stuttgart 1882.
[5] Krause, *Allgemeine und mikroskopische Anatomie.* Hannover 1876.
[6] Sappey, *Traité d'anatomie descriptive.* Paris 1887.
[7] Tillaux, *Traité d'anatomie topographique avec application à la chirurgie.* Paris 1887. 5te édition.

Es bestehen demnach nicht geringe Differenzen zwischen den einzelnen Forschern, besonders zwischen deutschen und französischen Anatomen, die sich wohl nur durch die mangelhafte Untersuchung dieses theoretisch ja ein geringeres Interesse beanspruchenden Punktes erklären lassen, da man kaum annehmen kann, dass sich morphologische Racenvarietäten zwischen dem beiderseitigen Material hier vorfinden.

Das Ausführlichste, was ich über die mich interessirenden Verhältnisse vorfand, sind die Luschka'schen[1] Angaben in seiner Anatomie des Beckens. Wegen ihrer Wichtigkeit mögen sie nachstehend folgen.

„Beim erwachsenen Menschen hört die fibröse Scheide des Rückenmarkes als hohler Schlauch erst in der Höhe des zweiten Sacralwirbels zugespitzt auf. Doch ist auch an dieser Stelle das wahre Ende der Dura mater spinalis nicht zu suchen, vielmehr setzt sich ihr Gewebe in Gestalt einer fadenförmigen Verlängerung bis gegen die Spitze des Steissbeines fort. Es stellt in diesem Zustande eine Art von Filum terminale externum dar und hängt mit dem Ende des aus Epeudym und Pia mater bestehenden Filum terminale internum innig zusammen. Ja, es gehen etliche Nervenröhren constant in den fibrösen Faden bis zur Spitze des Steissbeines herab, um sich erst im Periost daselbst zu verlieren. Ausser jenem medialen aus der Obliteration des ursprünglichen unteren Endes der harten Rückenmarksscheide hervorgegangenen fibrösen Strange, gehen aber auch seitlich von dem in den Kreuzbeincanal hineinragenden Schlauche der Dura mater unter spitzem Winkel 4 bis 5 Sehnenfäden ab, welche sich weiter unten an der Innenseite der hinteren Wand jenes Canales verlieren. Dieselben entsprechen genau dem höher an verschiedenen Stellen im Wirbelcanal vorkommenden kurzen fibrösen Bändchen, welche die Dura mater an seine Innenfläche anheften, und verdanken ihre bedeutende Länge nur eben dem Missverhältnisse, welches sich zwischen dem Wachsthum der membranösen Hülle des Markes und der Knochensäule allmählich ausgebildet hat."

Nach den angeführten Citaten ist es offenbar, dass hier noch keineswegs vollständige Klarheit herrscht trotz der relativ einfachen anatomischen Verhältnisse.

Das, worauf es für mich ankam, war in erster Linie eine genaue Feststellung der Höhe des untern Duralsackendes; wünschenswerth wäre es gewesen, möglichst verschiedenaltrige Individuen hierauf zu untersuchen. Denn es wäre an sich wohl denkbar, dass mit zunehmendem Wachsthum der Abstand zwischen dem unteren Ende des Sacralcanales und dem Ende des Blindsackes der Dura mater sich relativ vergrössert, d. h. dass das Wachsthum der Wirbelsäule ein relativ grösseres als das des Rückenmarkes

[1] Luschka, *Anatomie des Beckens.* Tübingen 1864. S. 30. 31.

und seiner Häute auch nach der Geburt ist, wie dies für die zweite Periode des intrauterinen Lebens feststeht.

Diese Frage durchgehends zu entscheiden wage ich auf Grund meines Materials nicht; doch habe ich in den von mir untersuchten Fällen nichts gefunden, was mit Sicherheit für ein stärkeres Wachsthum des untern Vertebraltheils postuterin spräche, wie auch soviel ich weiss, keine dies behauptende Angaben in der Litteratur existiren.

Ich habe aus ersteren Gründen hauptsächlich Kinder im ersten Lebensjahr zu meinen Untersuchungen benutzt, indessen auch an mir zur Verfügung gestellten Leichen Erwachsener, wenn auch nur wenigen die bezüglichen Verhältnisse klarzulegen versucht.

Für den Chirurgen würde übrigens, da bei grösseren Kindern und Erwachsenen das Duralende unmöglich weiter herabreichen kann als bei kleineren Kindern, die Untersuchung der letzteren am wichtigsten sein.

Um die äussere Form des Duralsacks festzustellen, bediente ich mich der Injectionsmethode. Als Injectionsmasse wurde theils die im hiesigen anatomischen Institute für gröbere Arterieninjectionen übliche Mischung von gleichen Theilen Mennige mit Ol. Lini, Ol. Therebinth. 3:1, theils eine 10procentige noch warme Gelatinelösung, in der als Färbemittel chinesische Tusche verrieben war, benutzt. Beide können ohne vorherige Anwärmung der Leiche benutzt werden, wenngleich die Gelatinelösung nach der Injection sehr schnell erstarrt.

Ich bemerke zu sämmtlichen Versuchen, dass die Bestimmung des Duralsackendes nach seiner Lage zu dem entsprechenden Kreuzbeinwirbel vorgenommen, die Zahl des letzteren aber nach der Lage der foramina sacralia und der Wirbelscheiben an der herausgenommenen Wirbelsäule bestimmt wurde. Die Zahl der Lendenwirbel, welche nur sehr ausnahmsweise Anomalien darbietet, konnte stets leicht an ihrer Configuration festgestellt werden. Ein Dürr'scher Lumbosacralwirbel ist mir unter den benutzten Leichen nicht aufgestossen.

Ein Theil der Versuche wurde in der Weise vorgenommen, dass nach Abtragung des Kopfes gewöhnlich zwischen siebentem Hals- und erstem Brustwirbel sofort die Injectionscanüle zwischen äusserem und innerem Arachnoidealblatt eingeführt und alsdann mitsammt dem Rückenmark mittels starken Fadens eingebunden wurde. Wurden dann noch die Processus spinosi und Wirbelbögen der obersten Halswirbel entfernt, so konnte man bei der Injection erkennen, wann der Duralsack prall gefüllt war und rechtzeitig aufhören.

In einem Theil der Fälle wurde in der gewöhnlichen Weise das Rückenmark sammt Dura mater durch Entfernung sämmtlicher Wirbelbögen und Processus spinosi sowie der Crista sacralis media und der den

Wirbelbögen entsprechenden Theile des Kreuzbeins bis zum hiatus sorgfältig freigelegt und darauf erst die Injection in der angegebenen Weise vorgenommen, nachdem zuvor untersucht war, wie das untere Ende des Duralsacks sich ohne Injection makroskopisch zu den austretenden Nerven der Cauda equina verhielt. Die Injection wurde mittelst Handspritze unter möglichst gleichmässigem Druck vorgenommen. — Das untere Ende des Duralsacks wurde bestimmt zunächst bei horizontaler Lagerung der Leiche auf dem Bauche mit gestrecktem Rücken, sodann bei freier vertikaler Haltung der herausgenommenen Wirbelsäule und letzteres Mass für die Tabelle benutzt.

Diese Angabe ist wichtig, weil bei Kindern in den ersten Lebensjahren die Beweglichkeit der Wirbelsäule zumal in ihren unteren Theilen und in den einzelnen Abschnitten des Kreuzbeins eine so grosse ist, dass durch verschiedene Stellungen die Höhe des unteren Endes des Duralsacks beträchtlich beeinflusst wird. Es ist vollständig richtig, wenn Henke[1] von der Wirbelsäule des Neugeborenen angiebt, „sie sei so biegsam, dass man von einer bestimmten Biegung, welche von selbst eingenommen würde, nicht reden könne“, während über die Ursache dieser Biegsamkeit namhafte Forscher wie Merkel und Henke verschiedener Ansicht sind.

Beim Kinde in den ersten Lebensjahren können durch von aussen einwirkende Einflüsse, durch die Action der einzelnen am Kreuzbein befestigten Muskeln, durch starke Anfüllung des Dickdarms, u. s. w. die natürlichen Krümmungen des unteren Abschnitts der Wirbelsäule nahezu ausgeglichen werden. Die ganze Wirbelsäule vermag einen nach vorn concaven Bogen zu bilden; umgekehrt kann die Lordose der Lendenwirbelsäule gesteigert, der Winkel, den die Längsachse des Kreuzbeins mit der Körperachse bildet, beträchtlich vermindert werden. Die einzelnen Kreuzbeinwirbel sind in Folge der in frühester Jugend vorhandenen breiten Faserringe gegeneinander beweglicher als später, wo diese Faserringe verschwinden.

Bei der Kleinheit der einzelnen Wirbel des jugendlichen Kreuzbeines kann durch die angeführten Umstände die Lage des Endes des Duralsackes zu den Wirbeln passiv um mehr als die Höhe des hinteren Halbringes eines Wirbelkörpers verschoben werden, was natürlich den Werth von Lagebestimmungen bei verschiedener Biegung der Wirbelsäule illusorisch machen würde.

Mit zunehmendem Wachsthum und auch nach vollendetem Wachsthum nimmt die Beweglichkeit der Lendenwirbelsäule immer mehr ab, sei es wie Langer[2] will, in Folge des ungleichen Wachsthums der Bogen und Körper,

---

[1] Gerhardt, *Handbuch der Kinderkrankheiten*. S. 243.

[2] Langer, *Wachsthum des Skeletts*.

sei es wie Merkel[1] angiebt, in Folge der Veränderung der Stellung der Gelenkflächen der Processus articulares zu einander.

Beim Erwachsenen kann die Lordose der Lendenwirbel in der Norm nur wenig, die Concavität des Kreuzbeines gar nicht verändert werden. Die einzelnen Theile des Kreuzbeines sind hier so fest mit einander verwachsen, dass von auch nur geringer Beweglichkeit der einzelnen Kreuzbeinwirbel nicht mehr die Rede sein kann, und wenn Ravenel[2] zu dem Resultate gekommen ist, die Streck- und Beugebewegung der Wirbelsäule sei ohne Einfluss auf die Stellung des Conus medullaris zu den Lendenwirbeln, so gilt beim Erwachsenen ein gleiches von dem Verhältniss des blindsackförmigen Endes der Dura mater zum Kreuzbein.

Ich habe nun bei sämmtlichen Injectionen an Kinderleichen gefunden, dass die Injectionsmasse zwischen den beiden Blättern der Arachnoidea, die Dura vom Rückenmark abhebend über den Conus medullaris hinaus zwischen den Nerven der Cauda equina das Filum terminale begleitete, um zuletzt das untere Ende der Dura mater blindsackförmig abzuheben. Proportional der Menge der injicirten Masse war der Duralsack mehr oder minder stark aufgebläht. Doch auch bei möglichst vollständiger Anfüllung desselben gelang es nicht, das Ende der Dura mater von der Anlagerungsstelle ab noch weiter vom Filum terminale abzuheben. Eher kam es zu einem Austreten der Injectionsmasse an denjenigen Stellen, wo sich die Dura mater mitsammt der Arachnoidea an die Pialscheide der austretenden Nerven anlegt. Hier war es auch wenn auch nur wenige Millimeter möglich, in einzelnen Fällen die Dura und das parietale Blatt der Arachnoidea von der Pialscheide abzuheben.

Auch bei praller Anfüllung des Duralsackes mit Luft oder Wasser zeigten sich dieselben Verhältnisse in Bezug auf die scharfe Abgrenzung des unteren Duralsackendes.

Es ergab sich daraus, dass an der erwähnten Ansatzstelle am Filum terminale eine enge Verschmelzung der Dura mater mit den im Filum terminale enthaltenen Gebilden stattfand.

Die durch die Injection gewonnene Form des Duralendes war gleichmässig stumpfkegelförmig ähnlich der des Conus medullaris. Auch ohne Injection lässt sich makroskopisch diese Form durch sorgfältige Praeparation annähernd bestimmen. Man sieht auch so, an welcher Stelle die Dura aufhört einen Sack zu bilden, nur dass in Folge des Zusammenfallens der

---

[1] Merkel, Ueber den Bau der Lendenwirbelsäule. *Dies Archiv.* 1887.

[2] Ravenel, Die Maassverhältnisse der Wirbelsäule und des Rückenmarkes beim Menschen. His und Braune *Zeitschrift für Anatomie und Entwickelungsgeschichte.* 1876.

Wände und der geringen seitlichen Ausdehnung des Sackendes der Ort der Fixation nicht mit voller Sicherheit bestimmbar ist.

Niemals gelang es mir Injectionsmasse in die von Luschka (a. a. O.) erwähnten spitzwinklig abtretenden Duralfortsätze hineinzutreiben, was dafür spricht, dass dieselben in der That reine fibröse Stränge ohne Fortsätze des Arachnoidealraumes sind. Dasselbe gilt von dem membranartigen vom blindsackförmigen Sacraltheile der Dura mater ausgehenden Fortsatze, den ich bei genauerer Präparation in der Medianlinie an den hinteren Theil der Wirbelkörper treten sah, um hier mit dem Ligamentum longitudinale posterius zu verschmelzen. Auch in ihn trat keine Injectionsmasse ein.

In dem Folgenden gebe ich eine Tabelle der untersuchten Kinderleichen, in welcher bei jedem Falle die Höhe des injicirten Duralsackendes in der früher erwähnten Weise bestimmt angegeben ist.

Nummer	Datum	Alter des Kindes	Geschlecht	Ende des Duralsackes
1	23. Februar	6 Monate	Männlich	3. Sacralwirbel, Anfang
2	24. „	5 Wochen	Männlich	3. Sacralwirbel, Ende
3	26. „	3 Jahre	Weiblich	3. Sacralwirbel, Anfang[1]
4	1. März	3 Monate	Männlich	3. Sacralwirbel, Anfang
5	2. „	2 Monate	Weiblich	3. Sacralwirbel, Anfang
6	4. „	Neugeboren	Weiblich	3. Sacralwirbel, Mitte
7	4. „	5 Monate	Männlich	3. Sacralwirbel, Anfang
8	6. „	Neugeboren	Männlich	3. Sacralwirbel, Anfang
9	7. „	12 Monate	Weiblich	2. Sacralwirbel, Mitte
10	9. „	6 Monate	Weiblich	3. Sacralwirbel, Anfang
11	11. „	3 Monate	Weiblich	3. Sacralwirbel, Anfang
12	13. „	mehrere Mon.?	Männlich	2. Sacralwirbel, Ende
13	14. „	Neugeboren	Männlich	3. Sacralwirbel, Anfang
14	16. „	2 Monate	Weiblich	2. Sacralwirbel, Ende
15	18. „	4 Wochen	Männlich	3. Sacralwirbel, Anfang
16	21. „	5 Wochen	Männlich	3. Sacralwirbel, Anfang
17	24. „	3 Wochen	Weiblich	3. Sacralwirbel, Anfang
18	25. „	4 Wochen	Weiblich	2. Sacralwirbel, Mitte
19	26. „	3 Wochen	Weiblich	3. Sacralwirbel, Anfang
20	28. „	Neugeboren	Männlich	2. Sacralwirbel, Ende

Ich bemerke zu vorstehender Tabelle, dass als Anfang eines Wirbels das erste, als Mitte das zweite, als Ende das dritte Drittel galt. Es ergiebt sich demnach, dass bei den 20 untersuchten Kindern, welche mit Ausnahme eines alle im ersten Lebensjahr waren, der Blindsack der Dura mater bei gestreckter Stellung der Wirbelsäule aufhörte eine geschlossene Blase darzustellen, nach Procenten ausgedrückt:

[1] Hydrocephalus congenitus.

Am Anfang des zweiten Sacralwirbels in 0·0 Procent
Mitte des zweiten Sacralwirbels in . . 10·0 „
Ende des zweiten Sacralwirbels in . . 10·0 „
Anfang des dritten Sacralwirbels in . . 65·0 „
Mitte des dritten Sacralwirbels in . . 10·0 „
Ende des dritten Sacralwirbels in . . 5·0 „

Als normales Ende darf demnach, soweit das vorliegende Material ausreicht, für den Duralsack des Kindes im ersten Lebensjahre der Anfang des dritten Sacralwirbels angegeben werden, wobei indess wie die Tabelle zeigt in der Breite noch nicht zweier Wirbel sich haltende Abweichungen vorkommen.

Dies Resultat stimmt nahezu mit der Angabe Luschka's (zweiter Sacralwirbel) und Pansch's (Mitte des Kreuzbeines) überein, nur dass die Angaben dieser Autoren sich auf das Durchschnittsverhältniss bei Erwachsenen zu beziehen scheinen. Ein Befund, der die Mittheilungen Nuhn's (Anfang des Sacralcanals), Tillaux' und Sappey's (Basis des Steissbeines) rechtfertigte, ist mir weder bei den angeführten Kinderleichen noch bei den allerdings nur spärlichen Untersuchungen von Leichen Erwachsener vorgekommen.

Der Vollständigkeit halber seien einige der letztern noch angeführt.

Nummer	Geschlecht	Alter	Befund
1	Männlich	25 Jahre	2. Sacralwirbel, Anfang
2	Weiblich	60 Jahre	2. Sacralwirbel, Mitte
3	Weiblich	etwa 36 Jahre	2. Sacralwirbel, Ende
4	Männlich	36 Jahre	2. Sacralwirbel, Ende
5	Weiblich	50 Jahre	2. Sacralwirbel, Ende

Es scheint demnach, als ob in der That das Ende des Duralsackes beim Erwachsenen durchschnittlich etwas höher liege als das des Neugeborenen. Doch ist dies jedenfalls nur gering und meine spärlichen Untersuchungen reichen zur definitiven Entscheidung hierüber nicht aus.

Zur Nutzanwendung in chirurgischer Beziehung möchte ich aus meinen Versuchen folgern, dass eine Eröffnung des Duralsackes bei der Entfernung der beiden untersten Kreuzbeinwirbel gar nicht zu befürchten ist, dass aber bei der Hinwegnahme von Theilen des dritten und besonders des zweiten Sacralwirbels mit grosser Vorsicht verfahren werden muss, um eine Verletzung des nur schwer erkennbaren Duralsackendes mit Sicherheit zu vermeiden.

Ueber die Verschiebungen der Halsorgane bei verschiedenen Kopfbewegungen.

Anatomische Untersuchung.

Von

Dr. med. S. Delitzin
in Petersburg.

(Hierzu Taf. III.)

Im Jahre 1888 habe ich eine Reihe von Untersuchungen an den Leichen des anatomischen Instituts der Kaiserlichen Petersburger Militär. Medicinischen Akademie unternommen, die den Zweck hatten, den Einfluss der Bewegungen des ganzen Körpers auf die Topographie der einzelnen Organe zu bestimmen.[1] Bis jetzt habe ich, von diesem Standpunkte aus, die Topographie der Halsorgane untersucht.[2] Es waren dazu zwölf unversehrte Leichen verbraucht. Aus dieser Zahl nahm ich die beiden ersten zu Probeuntersuchungen, d. h. nachdem die Leiche auf einen Tisch gelegt war, wurde ihr Kopf nach rechts oder links gedreht, und dann wurden lange Nadeln in die vordere Halsgegend eingestossen, welche, in die Körper der Halswirbel eingetrieben, die Halsorgane (Larynx, Oesophagus, Carotiden u. s. w.) in ihrer, bei der Drehung des Kopfes stattfindenden Lage fixirten. Darauf praeparirte ich vorsichtig die Weichtheile Schicht auf Schicht und konnte dabei eine bedeutende Verschiebung der Halsorgane aus ihrer normalen Lage bestätigen. Im Winter 1888—89 wurde eine Serie von Durchschnitten an gefrorenen Leichen vorgenommen. Nachdem die Leiche, deren Arterien

[1] Aus der hierher gehörenden Litteratur verweise ich in dieser kurzen Skizze nur auf Henke's *Topographische Anatomie des Menschen.* 1883.

[2] Die darauf gegründete Dissertation ist in Petersburg im Mai dieses Jahres erschienen.

und Venen mit gefärbter Talg- oder Wachsmasse injicirt waren, auf ein speciell dazu angepasstes Brett gelegt und befestigt war, wurde der Kopf in gewünschter Richtung und im gewünschtem Grade gedreht oder gebeugt, geneigt oder gestreckt und in dieser Stellung mit Hülfe langer Binden fixirt, welche durch im Brette ausgeschnittene Oeffnungen liefen. Die in solcher Stellung befestigte Leiche wurde in freier Luft durchgefroren und dann der Hals quer (immer senkrecht zu seiner verticalen Axe) durchgesägt. Der eine Schnitt wurde in der Ebene des Os hyoideum geführt, der andere an der Incisura thyreoidea, der dritte an der Cartil. cricoidea, der fünfte am Manubrium sterni oder an der Fossa jugularis, der vierte in der Mitte zwischen dem dritten und dem fünften, ungefähr in der Ebene des Isthmus glandulae thyreoideae. Nachdem der Schnitt abgewaschen und gereinigt war, wurde er mit Hülfe des Lucae'schen orthoskopischen Apparates gezeichnet.

Um die an den Schnitten beobachteten Verschiebungen der Halsorgane ersichtlich zu machen, bestimmte ich die Lage der einzelnen Organe mit Hülfe allgemein angenommener Abscissen und Ordinaten Axen *XX—YY* (s. Fig. 1, 2), von denen die eine durch die hintere Fläche des Wirbelkörpers, die zweite, senkrecht zu der ersten, durch die Mitte des Wirbels und durch seinen Dornfortsatz geführt war. Wenn z. B. an der rechten Seite die A. carotis communis (*A*) weniger von *XX* entfernt ist als an der linken, so soll das deuten, dass sie an der rechten Seite mehr nach hinten und an der linken mehr nach vorn gelegen ist. Wenn dieselbe Arterie an der rechten Seite mehr von *YY* entfernt ist, als an der linken, so bedeutet es, dass sie an der rechten Seite mehr lateral, an der linken mehr medial zum Wirbel liegt. Also entspricht die Entfernung der Arterie von *XX* (frontaler Axe des Wirbels) oder ihre Näherung zu derselben, ihrer Verschiebung nach vorn oder nach hinten; die von *YY* ihrer Verschiebung in lateraler oder medialer Richtung zum Wirbel. Aus dem Kreuzungspunkte der Linien *XX* und *YY* wurde die Linie *OM* zum vorderen Rande des Kopfnickers und *OC* zur medialen Fläche der A. carotis communis geführt. Die erste (*OM*) bestimmt sehr ersichtlich die Verschiebung des vorderen Randes des Muskels, indem der Winkel, welchen er mit der Linie *XX* bildet (*XOM*), bald scharf, bald recht, bald stumpf wird; die zweite *OC* in ihrer Beziehung zur ersten bestimmt die Lage der Art. carotis unter dem vorderen Rande des Kopfnickers. Wenn z. B. *OM* vorwärts von *OC* fällt, so liegt die Schlagader rückwärts vom vorderen Rande des Muskels; wenn *OC* vorwärts von *OM* liegt, so findet man die Arterie vor dem vorderen Rande des Muskels liegen; wenn *OM* und *OC* zusammenfallen, so liegt die Arterie in der Ebene des vorderen Randes des Muskels. Die Linie *OM* entspricht ungefähr der Ebene, in welcher das Messer des Operateurs,

welcher die Art. carotis längst dem vorderen Kopfnickerrande sucht, in die Tiefe eindringt; also zeigt die Grösse der Entfernung dieser zwei Linien OM und OC — in der Ebene der äusseren Fläche des Muskels gemessen — um wie viel nach vorn oder nach hinten vom vorderen Rande des Muskels man die Arterie bei der einen oder der anderen Kopfstellung aufsuchen soll. Die Linie M^1M^2, welcher die vorderen Ränder der beiden Kopfnicker vereinigt, dient ebenfalls zur ersichtlichen Darstellung der Lage der Art. carotis unter dem Kopfnicker. Die Lage der Art. carotis zum Wirbel wird durchaus klar charakterisirt, wenn man die Centralpunkte beider Vertebralarterien mit einer geraden Linie vereinigt und vom Centralpunkte jeder Vertebralarterie zum Centrum der Art. carotis derselben Seite eine gerade Linie (CV) führt. Diese zwei Linien bilden bald einen scharfen, bald einen rechten, bald einen stumpfen Winkel, was für die Ersichtlichkeit der Verschiebungen der Art. carotis von grossem Interesse und von höchster Wichtigkeit ist. Bei starker Drehung des Kopfes, in der Ebene des Os hyoideum getroffen, kommt sie z. B. an der einen Seite vor und sogar medial von der entsprechenden Vertebralarterie, an der entgegengesetzten ganz lateral, sogar in einer und derselben Frontalebene mit der entsprechenden Vertebralarterie zu liegen. Die sagittale Ebene des Larynx ist durch die Linie AP in ihrer Beziehung zur normalen sagittalen Ebene SG und zur sagittalen Ebene des Wirbels YY bezeichnet.

Die erhaltenen Zeichnungen wurden mit den normalen Schnitten von Pirogoff und Braune verglichen. Durch diese Vergleichung wird die Verschiebung der Halsorgane bei den Bewegungen des Kopfes klar und deutlich bewiesen.

Es erschien mir zweckmässig die Verschiebungen der Halsorgane nach den einzelnen Systemen zu analysiren; so untersuchte ich die Verschiebungen der Halswirbel, dann die der Luft- und Speiseröhre, d. h. Os hyoideum Larynx, Trachea, Pharynx und Oesophagus; dann die des Gefäss- und Nervenstranges und endlich die des Kopfnickers.

Bei Drehung des Kopfes nach rechts oder nach links werden nicht nur der Atlas, sondern auch die oberen Halswirbel um ihre verticale Achse in derselben Richtung gedreht; diese Drehung ist am Niveau des Atlas die grösste, vermindert sich an den folgenden Halswirbeln und verschwindet gänzlich an dem sechsten, so dass in dieser Ebene die sagittale Linie des Wirbes (YY) ganz normal steht, und mit der normalen sattigalen Ebene SG zusammenfällt. An einer Leiche mit sehr straffen Wirbelgelenken konnte ich diese Drehung bis zum ersten Brustwirbel verfolgen.

Bei Neigung des Kopfes nach rechts oder nach links (ohne Drehung) neigen sich die Halswirbel in derselben Richtung bis zum fünften. Bei Beugung und Streckung des Kopfes nach vorn und nach hinten wird die

Halswirbelsäule in entsprechender Weise gekrümmt, wie es von Pirogoff in seinem grossen Atlas angegeben ist.

Die Bewegungen des Kopfes verursachen zwei Arten von Verschiebungen der Luft- und Speiseröhre:

1. Ihre Totalverschiebung d. h. ihre Bewegung vor der vorderen Fläche des Wirbels zur Seite der Drehung oder Neigung des Kopfes, so fand ich z. B. bei Drehung des Kopfes nach rechts das Os hyoideum in toto vor die rechte Hälfte des vierten Halswirbels verschoben, so dass sein linkes grosses Horn die Linie *YY* kaum berührte und das ganze Os hyoideum nach rechts von dieser Linie lag; der Larynx lag mit seinem grösseren Theile nach rechts von dieser Linie, war also vor die rechte Hälfte der vorderen Fläche des Wirbels verschoben u. s. w.

2. Ihre Eckverschiebung, d. h. die Drehung ihrer sagittalen Linie *AP* zur Seite der Drehung des Kopfes und die dadurch entstehende Abweichung derselben von der normalen sagittalen Ebene *SG*, sowie von der sagittalen Achse des Wirbels *YY*. Die Verschiebung des Systems beschränkt sich nicht auf die Bewegung des Os hyoideum, sondern verbreitet sich nach unten, auf Larynx und Trachea, mehr oder weniger tief, je nach dem Grade der Elasticität und Nachgiebigkeit der Theile, aus denen es besteht, und der Bänder, welche diese einzelnen Theile verbinden. Der Grad der Abweichung des Os hyoideum von der normalen sagittalen Ebene ist nicht gleich dem des Kopfes, sondern immer kleiner. Die Total- und Eckverschiebung des Systems der Luftröhre ist in der Ebene des Os hyoideum die grösste, vermindert sich oder verschwindet gänzlich nach unten in der Richtung zur Apertura thoracis superior.

Bei der Neigung des Kopfes nach rechts oder nach links ist nur die Total-Verschiebung der Luftröhre zu beobachten, doch erscheint ihre Verschiebung zum Wirbel in der Ebene des Os hyoideum nur gering und ist mehr in der Gegend des Larynx sichtbar, da, wie es schon Pirogoff[1] angedeutet hatte, bei der Neigung des Kopfes auch eine Neigung der oberen Halswirbel (1 bis 4) stattfindet. Diese gleichzeitige Bewegung der oberen Halswirbel maskirt im hohen Grade die Verschiebung des Os hyoideum und im kleineren Grade die des Larynx, welcher gegenüber den nicht geneigten Wirbeln (5 bis 6) liegt. Ungefähr in der Mitte der Länge der Luftröhre, also in der Ebene der Fossa jugularis beobachtete ich eine Totalverschiebung der Trachea in einer der Neigung des Kopfes entgegengesetzten Richtung, also nach links bei Neigung des Kopfes nach rechts und umgekehrt. Diese Erscheinung, welche in den später beschriebenen Windungen der Luftröhre bei der Beugung des Kopfes nach vorn ihre

[1] *Anatome topogr. Fasc.* t. I. Tab. IV. Fig. 3 et 4.

Analogie hat, erinnert an die Knickung, welche jede elastische Röhre in der Mitte ihrer Länge erleidet, wenn ihr unteres Ende befestigt, ihr oberes aber nach der Seite und nach unten gebeugt wird.

Bei der Streckung des Kopfes nach hinten liegt der Larynx in der Mitte zwischen Manubrium sterni und Mentum, seine einzelnen Theile liegen in regelmässiger Ordnung, der eine über dem andern, gegenüber den Wirbeln, welche ihnen bei normalen Bedingungen entsprechen, die Zwischenräume sind deutlich ausgedrückt. Die Trachea ist geradlinig, ungefähr zwei Drittel ihrer Länge (11 Ringe) liegen oberhalb und ein Drittel (5 Ringe) unterhalb der Ebene der oberen Brustöffnung. Die Bifurcation der Trachea findet am fünften Brustwirbel statt.

Bei der Beugung des Kopfes nach vorn, liegt der Kehlkopf tief hinter dem vor ihm herabgesunkenen Unterkiefer verborgen, seine einzelnen Theile liegen die unteren theilweise hinter den oberen: die Cartil. thyr. hinter dem niedergesunkenen Os hyoideum, der erste Ring der Trachea hinter der Cartil. cricoidea; dadurch sind die Zwischenräume vermindert oder ganz verschwunden, alle einzelnen Theile liegen um $^1/_2$ der Höhe des Wirbels tiefer als es die Norm ist. Die Trachea macht eine grosse Knickung (ungefähr 145°) in der sagittalen Ebene in der Gegend des zweiten Brustwirbels, und zwei Frontalknickungen in der Höhe des ersten und des dritten Brustwirbels, so dass sie im Ganzen eine schlangenförmige Gestalt hat. Ein Viertel ihrer Länge (5 Trachealringe) befindet sich oberhalb und drei Viertel (15 Ringe) unterhalb der Ebene der oberen Brustapertur. In letzter Ebene ist die Trachea um 10^{mm} weiter als bei der Streckung des Kopfes von der Hautoberfläche entfernt. Die Bifurcation liegt am fünften Brustwirbel, ganz ebenso wie es bei der Streckung des Kopfes der Fall war.

(Die Topographie der Luftröhre bei der Streckung und Beugung des Kopfes war hauptsächlich an zwei der Länge nach durchgesägten Leichen untersucht.)

Der Pharynx verschiebt sich bei den Bewegungen des Kopfes mit den entsprechenden Theilen des Kehlkopfes zusammen. In der Ebene des Os hyoideum an der der Drehung des Kopfes entgegengesetzten Seite bleibt ein Theil seiner muskulösen Wand zurück und macht also eine nach hinten und aussen gerichtete Knickung. Daher erscheint das Lumen des Pharynx an dieser Seite offen, an der entgegengesetzten zusammengepresst und spaltförmig.

Der Oesophagus folgt den Bewegungen der hinteren Wand der Trachea, bald mehr, bald weniger, was von dem Grade der Lockerheit seiner Verbindung mit derselben zusammenhängt.

Die Carotiden werden bei der Drehung des Kopfes an beiden Seiten des Halses in der Richtung der Bewegung des Kopfes dislocirt. Dabei stellt sich z. B. bei Drehung des Kopfes nach rechts die linke Art. carotis com-

munis vor den Wirbel, indem sie sich der Linie *YY* nähert, von *XX* entfernt und sich vom Tuberculum anterius des linken Querfortsatzes nach vorn und medial bewegt; an der rechten Seite entfernt sich die Arterie von der Linie *YY*, nähert sich der Linie *XX*, bewegt sich also lateral und mehr nach hinten zum Wirbel und zum Tuberculum anterius seines rechten Querfortsatzes. Dabei bemerkt man, dass die Linie, welche die Centralpunkte beider Vertebralarterien vereinigt mit der, welche die Centra der Vertebralarterie und der Carotis derselben Seite verbindet, an der linken Seite einen scharfen, an der rechten einen stumpfen Winkel bildet. Vergleicht man die Lage der Carotiden an einem bei Drehung des Kopfes geführten Querschnitte des Halses mit ihrer Lage an einem bei der normalen Stellung desselben gemachte Schnitte, so findet man, dass der Unterschied von der normalen Lage an der Seite, von welcher der Kopf abgedreht war, grösser ist, als an der entgegengesetzten; also ist z. B. die Verschiebung der Carotis bei Drehung des Kopfes nach rechts, an der linken Seite grösser als an der rechten.

Darin konnte ich auch dadurch mich überzeugen, dass ich an einer Leiche die Schwankungen einer langen, ladenstockartigen, in die Carotis eingeführten Nadel bei den verschiedenen Bewegungen, die ich dem Kopfe gab, beobachtete. Die Schwankungen der in die rechte Carotis eingeführten Nadel waren immer grösser bei Drehung des Kopfes nach links und umgekehrt (Fig. 3).

Zum Os hyoideum und zum Kehlkopfe stellt sich die Carotis lateral an der Seite, zu welcher der Kopf gedreht wird, und nach hinten und theilweise lateral an der Seite, von welcher der Kopf abgedreht wird. Unterhalb des Kehlkopfes ist dieser Unterschied nicht immer bemerkbar, denn von hier an beginnt schon die Schilddrüse und die eigenthümliche Abweichung der linken Carotis nach links und nach hinten ihren Einfluss auszuüben.

Da der Schlundkopf hinter den entsprechenden Theilen des Larynx tief versteckt liegt und mit denselben fest verbunden ist, so haben die Carotiden unterhalb des Os hyoideum keine unmittelbare Beziehung zu ihm, abgesehen von dem Theile der Schlundwand, welcher bei der Drehung des Kopfes, wie früher erwähnt, an der der Drehung entgegengesetzten Seite zurückbleibt, und der Bewegung des Cornu majus ossis hyoidei nicht folgt. Zu diesem Theile der Schlundwand stellen sich die secundären Carotiden lateral und fasst in unmittelbarer Berührung mit ihr (1 bis 2 mm entfernt). Der Anfangstheil des Oesophagus an der Seite, zu welcher der Kopf gedreht wird, steht von der Arterie weiter ab, als an der entgegengesetzten. In der unteren Halsgegend wirkt der Grad der Entwickelung des Sulcus tracheo-oesophagus, sowie die Grösse der Schilddrüsenläppchen sehr compli-

cirend auf das Verhalten des Oesophagus zu den benachbarten Organen, und auch zu den Carotiden, so dass ich darauf keine kurz gefassten Regeln angeben kann.

Bei der Neigung des Kopfes nach rechts oder nach links verschiebt sich die Carotis in derselben Richtung, wie es bei der Drehung des Kopfes erwähnt war, d. h. sie stellt sich an der Seite, zu welcher der Kopf geneigt wird, lateral und rückwärts, an der Seite, von welcher der Kopf abgeneigt, vorwärts und medial zum Halswirbel. Der Unterschied in der Lage bei den Carotiden ist in der Ebene des Zungenbeins weniger bemerkbar als in der Höhe des Kehlkopfes; die Ursache war schon angegeben, die gleichzeitige Neigung der oberen (1 bis 4) Halswirbel, welche die Verschiebungen der Arterien in dieser Ebene maskirt. An der Seite, von welcher der Kopf abgeneigt wird, ist die Verschiebung der Carotis von der normalen Lage grösser als an der entgegengesetzten.

Zum Kehlkopf und zur Trachea steht die Arterie näher an der Seite, von welcher der Kopf abgeneigt wird, also an der rechten bei Neigung des Kopfes nach links. Dabei stellt sie sich an dieser Seite lateral, und an der entgegengesetzten, rückwärts und lateral vom Kehlkopfe, ganz umgekehrt, wie es bei den Drehungen des Kopfes der Fall war.

Bei starker Streckung des Kopfes verschiebt sich der obere Theil d. h. die Bifurcation der Carotis communis nach hinten, so dass sie in derselben Frontalebene mit den Vertebralarterien zu liegen kommt; die Lage der unteren Theile der Carotis unterscheidet sich nicht bemerklich von der der Norm.

Bei starker Beugung des Kopfes nach vorn bildet die Carotis communis eine nach aussen gerichtete Krümmung, deren Radius ungefähr 55 ^{mm} beträgt.

Der Stamm der Arteria anonyma tritt bei der Streckung des Kopfes, sowie bei seiner Drehung oder Neigung nach links aus dem Brustkorbe hervor, und seine Bifurcation ist oberhalb der Incisura jugularis sterni und des rechten Schlüsselbeingelenkes zu suchen. Bei der Beugung des Kopfes nach vorn, sowie bei seiner Drehung oder Neigung nach rechts, verschiebt sich die Arteria anonyma nach unten, indem ihre Theilungsstelle sich nach unten und rechts bewegt und sich in der Tiefe des Brustkorbes, hinter dem Manubrium sterni versteckt.

Die Venae jugulares verschieben sich bei den verschiedenen Bewegungen des Kopfes mit den Carotiden zusammen. An der Seite, zu welcher der Kopf gedreht oder geneigt wird, stellt sich die Vene mehr nach hinten, als an der entgegengesetzten Seite. (Die rechte v. jugularis wurde immer besser injicirt als die linke.)

Der N. vagus liegt immer zwischen der Arterie und der Vene und begleitet sie in allen ihren Verschiebungen.

Der N. sympathicus in seinem oberen Theile verschiebt sich mehr oder weniger mit der Art. carotis zusammen; unterhalb des sechsten Halswirbels heftet er sich an die vordere Fläche der Wirbelsäule, und die Kopfbewegungen haben keinen Einfluss mehr auf seine Lage.

Der M. sternocleidomastoideus folgt den Bewegungen des Kopfes, indem sein vorderer Rand durch die Aponeurose von Richet (aponévrose d'insertion faciale) gezogen wird. An der Seite, von welcher der Kopf gedreht wird, stellt sich sein vorderer Rand vor den Wirbel und der Winkel MOX nähert sich dem rechten (Winkel), an der Seite, zu welcher der Kopf gedreht wird, stellt er sich lateral zum Wirbel, wobei der Winkel MOX scharf oder null wird. Indem der vordere Rand des Muskels an dieser Seite zurücktritt, lässt er einen grösseren Theil der äusseren Oberfläche des Kehlkopfes unbedeckt, während an der Seite, von welcher der Kopf abgedreht wird, der vordere Rand des Muskels stark hervortritt und unter sich den grösseren Theil der Aussenfläche des Kehlkopfes verbirgt. Auch auf die Halsgefässe wird der vordere Rand des Muskels an der Seite, von welcher der Kopf abgedreht ist, mehr übergeschoben als an der entgegengesetzten; an der letzteren liegt die Arterie weniger bedeckt und viel näher zum vorderen Rande des Muskels. Die Theilungsstelle der Carotis liegt tiefer, hinter dem vorderen Rande des Muskels an der Seite, von welcher der Kopf abgedreht, und viel näher, und sogar ganz unbedeckt vom Muskel an der entgegengesetzten Seite. Der Unterschied im Grade der Entwickelung der Richet's Aponeurose kann in einzelnen Fällen einen bedeutenden Unterschied im Grade der Bedeckung der Arterie bewirken. — Die oberen Theile des Muskels werden bei den Kopfbewegungen mehr verschoben als die unteren; an der Seite, von welcher der Kopf abgedreht ist, wird der vordere Rand des Muskels um eine grössere Länge von der Normallage verschoben als an der entgegengesetzten. Bei der Neigung des Kopfes nach rechts oder nach links bewahren die Verschiebungen des vorderen Randes des Kopfnickers ungefähr denselben Charakter, doch sind sie nicht so scharf ausgeprägt, wie es bei den Drehungen des Kopfes der Fall war.

Bei der Streckung des Kopfes nach hinten, tritt der vordere Rand des Muskels, je nach dem Grade der Spannung der ihn mit dem Unterkiefer verbindenden Aponévrose Richet's — z. B. je nachdem der Mund geöffnet oder geschlossen ist — mehr oder weniger zurück, so dass die Bifurcation der Art. carotis communis fast oder ganz unbedeckt unter der Haut zu liegen kommt.

Bei der Beugung des Kopfes nach vorn bewegt sich der Kopfnicker über den Halsgefässen vorwärts, während die letzteren immer näher zu seinem hin-

teren Rande kommen und sogar — in der Ebene der Cortelago cricoidea — denselben ein wenig (3 mm) nach hinten überragen.

Die Glandula submaxillaris war an der Seite, zu welcher der Kopf gedreht oder geneigt wurde, immer in einer grösseren Ausdehnung durchschnitten, als an der entgegengesetzten, was wahrscheinlich durch ihr Herabsinken an jener Seite verursacht wird.

Die Glandula thyreoidea, in iher Grösse sowie in der Form ihrer Theile sehr bedeutend variirend, verursacht dadurch viele Variationen der Lage der Carotis in der unteren Halsgegend. Die Arterie liegt ihrem seitlichen Läppchen immer, d. h. bei allen Kopfbewegungen, dicht an. Bei der Streckung des Kopfes liegt ihr Isthmus hoch über der Incisura jugularis; bei der Beugung des Kopfes nach vorn versteckt er sich um die Hälfte seiner Höhe hinter dem Manubrium sterni.

Kurz gefasst, lauten die Resultate, die ich am meisten betonen wollte, wie folgt:

Die Bewegungen des Kopfes verursachen ohne Zweifel bedeutende Verschiebungen der Halsorgane.

Diese Verschiebungen betreffen alle Systeme der Halsorgane.

Bei den Drehungen des Kopfes wird nicht nur der Atlas, sondern es werden auch die oberen Halswirbel gedreht („torquirt").

In dem Systeme der Luftröhre beschränkt sich die Verschiebung nicht auf das Zungenbein, sondern ist tief nach unten, sogar bis zur oberen Brustapertur zu constatiren. Dabei bewegt sich in entsprechender Weise der Kehlkopf und die Trachea. Der Schlundkopf und der Oesophagus folgen ihren Bewegungen.

Die grossen Halsgefässe verschieben sich fast ihrer ganzen Länge nach. Ihre Verschiebung beschränkt sich nicht auf die secundären Carotiden, sondern verbreitet sich nach unten, auf die Carotis communis. Diese bleibt bei verschiedenen Kopfbewegungen nicht unbeweglich, sondern ändert ihre Lage zum Wirbel, Larynx, Trachea und Speiseröhre.

Die Bifurcation der Art. anonyma bewegt sich bei der Streckung des Kopfes, nach oben und bei seiner Beugung nach unten und nach rechts.

Das Tuberculum caroticum kann nur bei der absolut normalen Kopfstellung für einen sicheren Fingerzeig der Art. carotis communis gehalten werden.

Der Kopfnicker verschiebt sich ganz deutlich bei den Kopfbewegungen, indem er über die Halswirbelsäule, den Kehlkopf und die Halsgefässe gleitet. Beim Aufsuchen der Art. carotis kann sein vorderer Rand nur mit einer gewissen Beschränkung zum Leiter gewählt werden.

Der Zusammenhang aller Verschiebungen der einzelnen Halsorgane giebt ein topographisches Bild (am Durchschnitte des Halses), welches sich von der Norm nicht unbedeutend unterscheidet.

Es haben die Verschiebungen der Halsorgane für jede einzelne Kopfbewegung einen besonderen charakteristischen Typus.

Bei allen Kopfbewegungen sind die Verschiebungen der Halsorgane in der oberen Halsgegend viel grösser und deutlicher ausgeprägt, als in der unteren, wo sie manchen untergeordneten Einflüssen (z. B. der Grösse der Schilddrüsenläppchen) unterworfen sind.

Die an der Peripherie des Halses gelegenen Theile erleiden grössere Verschiebungen als die, welche sich in seinem Centrum befinden. Bei den Drehungen des Kopfes durchlaufen die ersteren den Bogen eines grösseren Radius und gleiten über die letzteren: der Kopfnicker über die Arterie, die Arterie über den Wirbel.

Caeteris paribus, hängt der Grad der Verschiebungsgrösse der einzelnen Halsorgane ab:

von der Form, Dicke, Elasticität u. s. w. des verschobenen Theiles des einen oder andern Systemes,

von dem Grade der Dehnbarkeit der die einzelnen Theile desselben Systemes verbindenden Ligamenta,

von dem Grade der Entwickelung der Fascien und Aponeurosen, welche die einzelnen Systeme der Organe verbinden,

von dem Grade der Abweichung des Kopfes von der Normalstellung.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. III.)

Fig. 1. Drehung des Kopfes um 90° nach rechts. Querschnitt des Halses in der Ebene der Incissura thyreoidea und des Zwischenknorpels zwischen dem vierten und fünften Halswirbel.

Fig. 2. Neigung des Kopfes um 50° nach rechts. Querschnitt des Halses in der Ebene der Incisura thyreoidea und des oberen Theiles des fünften Halswirbels.

Fig. 3. Schwankungen einer in die Carotis communis sinistra (bis zur Höhe der Cartil. thyreoidea) eingeführten Nadel bei verschiedenen Bewegungen des Kopfes.



Ueber die Beziehungen der Granula zum Fettansatz.

Von

Dr. Rud. Metzner.

(Hierzu Taf. IV u. V.)

Bisher hatte man bei den Untersuchungen, welche darauf gerichtet waren, die Erscheinungen des Fettansatzes zu erkennen, sich damit begnügt, nach Darlegung der makroskopischen Verhältnisse, vermittelst des Mikroskopes zu zeigen, dass die Bildung des Fettes überhaupt innerhalb der Zellen stattfinde; nähere Details dagegen über diese in der Zelle sich abspielenden Vorgänge sind bis jetzt so gut wie gar nicht beigebracht worden. Nachdem nachgewiesen worden war, dass die Zelle aus vielen morphologischen Einheiten besteht,[1] lag es nahe, nach solchen Details zu suchen, und unternahm ich es deshalb, auf Anregung und unter Leitung des Hrn. Prof. Altmann, den Antheil festzustellen, welchen die Zellengranula bei jenen Vorgängen der Fettbildung haben. Da diese Granula, entsprechend jenem erbrachten Nachweise, die Bausteine des Protoplasmas sind, so konnten sie schon von vornherein für die in denselben sich abspielenden Vorgänge verantwortlich gemacht werden.

Gegenüber dieser Aufgabe erschien es nützlich, ein Object besonders zu bevorzugen, welches sich durch die Prägnanz der Zellenbilder auszeichnete. Es waren dieses die von Kölliker schon vor 30 Jahren gesehenen

[1] Altmann, *Studien über die Zelle.* Leipzig 1886; — Die Genese der Zelle. *Festschrift für Carl Ludwig.* 1887; — Die Structur des Zellkerns. *Dies Archiv.* 1889; — Ueber Fettumsetzungen im Organismus. *Dies Archiv.* 1889. Suppl.-Bd.; — *Die Elementarorganismen und ihre Beziehungen zu den Zellen.* Leipzig 1889.

grossen, granulirten Bindegewebszellen des neugeborenen Kätzchens, die an sich schon ein ausgezeichnetes Object für die Beobachtung von Granula-Structuren abgeben, und deshalb auch die in ihnen sich vollziehende Fettanhäufung in mancher Beziehung klar beobachten lassen.

Diese Fettbildungszellen des Bindegewebes beschreibt Kölliker in einer früheren Arbeit[1] in folgender Weise: „Bei Kätzchen von 1, 2 und 3 Tagen zeigt sich in dem Mesenterium und an den Nieren noch keine Spur von Fettläppchen; an der Stelle derselben liegen im Mesenterium viele kleine, an den Nieren je ein grösserer grauröthlicher Haufen, welche bei der mikroskopischen Untersuchung Bilder geben, die täuschend an Ganglien erinnern. Es liegen nämlich in einem zarten bindegewebigen Stroma, und umhüllt von einer äusseren dünnen Kapsel, polygonale, ziemlich grosse (0·01 bis 0·02‴) Zellen mit regelmässig feinkörnigem, blassen Inhalt und ziemlich grossen hübschen Kernen in so grosser Zahl, dass das Ganze an gewisse Drüsen Wirbelloser oder auch an Ganglien erinnert, letzteres um so eher, als die Zellen von einem sehr reichlichen Blutgefässnetze umzogen sind, welches auch den Läppchen ihre röthliche Farbe verleiht. Die ganze Verbreitung dieser eigenthümlichen Läppchen musste jedoch bald zu der Ueberzeugung führen, dass dieselben nichts als unentwickelte Fettläppchen sind, doch erschien mir die Sache immerhin nicht ohne Bedeutung, da mir wenigstens keine Beobachtung darüber bekannt ist, dass Fettläppchen und Fettzellen in voller Grösse praeformirt sind, bevor eine Spur von Fett vorhanden ist. Eine weitere Verfolgung dieser Organe nun bei Kätzchen ein und desselbsn Wurfes lehrte, dass die Fettbildung äusserst rasch in denselben sich macht. Schon am 6. Tage erschienen die Läppchen dem blossen Auge gelbweiss und die mikroskopische Untersuchung ergab, dass die Zellen derselben fast alle eine Menge grösserer und kleinerer Fetttropfen enthielten, so dass dieselben von echten Fettzellen nur wenig sich unterschieden.“

In einem späteren Aufsatz[2] erneuert Kölliker seine Angaben über dieselben Zellen, resp. Organe und hält hier seine früheren Angaben in vollem Umfange aufrecht.

Toldt, welcher die Arbeit Kölliker's nicht kennt — er stützt sich in seinen Literaturangaben auf die Arbeit von Czajewicz,[3] und dieser erwähnt die Beobachtung Kölliker's nicht, — beschreibt in einer Abhand-

[1] Ueber das Vorkommen einer physiologischen Fettleber u. s. w. *Verhandlungen der physiologisch-medicinischen Gesellschaft in Würzburg.* Bd. VII. S. 179 ff.

[2] *Anatomischer Anzeiger.* 1886. Hft. 8.

[3] Czajewicz, Untersuchungen über die Textur u. s. w. des Fettgewebes. *Dies Archiv.* 1866. S. 289 u. ff.

lung über die Histologie und Physiologie des Fettgewebes[1] dieselben Fettläppchen wie Kölliker auf's Neue und zwar ebenfalls an Kätzchen, ausserdem hauptsächlich an Nagern. Er sagt daselbst: „An jungen Embryonen von Katzen und Kaninchen bemerkt man bei äusserer Betrachtung durch die Hautdecken hindurch an bestimmten Stellen lappige, hellfarbige Organe, welche sich wie flache Polster zwischen Haut und Muskelschichte ausbreiten. Die einfache Praeparation und Besichtigung dieser Organe mit schwachen Vergrösserungen zeigt, dass sie nichts anderes darstellen, als Fettgewebe, welches von den umgebenden Geweben ganz isolirt besteht und ein eigenes, in sich abgeschlossenes Blutgefässsystem enthält. Eine Vergleichung dieser Fettorgane von Embryonen verschiedenen Alters lehrt, dass dieselben von gewissen Stellen aus sich entwickeln, als welche vorzüglich die Beugeseiten der Hüft- und Schultergelenke zu nennen sind. Aeltere Embryonen zeigen auch an Hals und Nacken derartige Fettpolster. In der Bauchhöhle ist die erste Entwickelungsstätte des Fettgewebes die Umgebung der Nieren, von wo aus es sich allmählich nach der Leistengegend zu ausbreitet. Das Mesenterium enthält bei Katzen- und Kaninchen-Embryonen niemals Fettgewebe. Es ist also bei diesen die Verbreitung des Fettgewebes im Körper im Wesentlichen dieselbe, wie wir sie für den ausgewachsenen Frosch kennen gelernt haben." —

Toldt, indem er das specifische Auftreten des Fettbildungsgewebes an bestimmten, constanten Punkten des Gefässsystems und die Verbreitung desselben von hier aus im subcutanen und subserösen Bindegewebe genauer beschreibt, ergänzt also Kölliker's Beobachtungen. Es ist das grosse Verdienst Toldt's, die genetische Stellung des Fettgewebes im Organismus der Wirbelthiere in den Hauptzügen festgestellt zu haben.

Als theoretisches Resultat der mikroskopischen Untersuchung seiner Fettläppchen resp. der dieselben aufbauenden Zellen stellt Toldt (a. a. O. S. 445) den Satz auf: „Das Fett als Bestandtheil der Fettgewebszelle ist ein Product des Stoffwechsels derselben, seine Anhäufung in, und sein Verschwinden aus der Fettgewebszelle ist das Resultat der lebendigen Thätigkeit ihres Protoplasmas."

Auch Toldt beschreibt die Fettbildungszellen als feingranulirte, hüllenlose, kernführende Zellen, welche, so lange die Füllung derselben mit Fett ein gewisses Maass nicht überschritten hat, stets noch einen Rest des früheren gekörnten Protoplasmas zeigt. Nähere Angaben aber, wie die Fettfüllung vor sich gehe, mangeln bei Toldt, und waren auch bei den von ihm angewandten Methoden nicht zu erwarten. So werthvoll daher

[1] *Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften.* Bd. LXII. Abth. II. S. 445 ff.



seine makroskopischen, durch Injectionen etc. gestützten Beobachtungen sind, so wenig bieten seine mikroskopischen Angaben irgendwelchen Aufschluss über die Vorgänge in der Zelle selbst.

Flemming, welcher in verschiedenen vorzugsweise mikroskopischen Untersuchungen[1] über die Natur der Fettzelle Aufklärung zu geben versucht, erhält als Resultat derselben, dass dieselbe eine umgewandelte fixe Bindegewebszelle sei. Flemming hat für seine Untersuchungen Fettgewebszellen verschiedener Thiere in verschiedenen Entwickelungs- sowohl als Fütterungs- und Hungerstadien benützt, der continuirlichen makroskopischen Entwickelung aber des subcutanen und des sub- resp. retro-peritonealen Fettgewebes weniger Beachtung geschenkt. Die von den genannten Autoren beschriebenen Fettbildungszellen erklärt er für atrophische, ein Einwand, den Kölliker in seiner neuesten Publication zurückweist.

Ueber den Vorgang der Fettfüllung in der Zelle selbst hat auch er nicht genügende Angaben gemacht, zumal fehlen solche über die Erscheinungen, welche mit der primären Entwickelung des Fettgewebes auftreten, da seine Untersuchungsobjecte vorzugsweise älteren oder erwachsenen Thieren entnommen sind.

Flemming hat aber vor Kölliker und zum Theil auch vor Toldt den unleugbaren Vorzug, ein viel zahlreicheres und mannigfaltigeres Material untersucht zu haben, nur scheint es, als wenn die von diesen Autoren bearbeiteten Objecte, welche er selbst wenig beachtet hat, auch für ihn zur Vervollständigung seiner Anschauungen nothwendig gewesen wären. Da Flemming seine Untersuchungen vorzugsweise während verschiedener Fütterungs- und Hungerstadien durchführen wollte, so war er genöthigt, schon geborene Thiere zu benutzen; hätte er das neugeborene Kätzchen oder Hündchen verwendet, so wäre es ihm gelungen, seine Experimentaluntersuchungen zugleich an erste Entwickelungsstadien der Fettbildung anzuknüpfen, da diese Thiere erst nach der Geburt — wenigstens an den meisten Stellen — ihre Fettentwickelung beginnen. Seine Wahl fiel auf das Kaninchen und Meerschweinchen; diese Thiere haben nach der Geburt bereits ein fertiges Fettgewebe, so dass durch seine Experimente wohl progressive und regressive Formen der ausgebildeten Fettzellen erzeugt werden konnten, eigentliche Entwickelungsstadien aber dabei ausgeschlossen waren.

Um nun Experimentaluntersuchungen ausführen zu können, dabei aber zugleich embryonale Zellen unter den Händen zu haben, musste ich zu diesen Untersuchungen eben geworfene Kätzchen oder Hündchen benutzen.

[1] Flemming, Ueber Bildung und Rückbildung der Fettzelle. *Archiv für mikroskopische Anatomie.* Bd. VII. S. 32 ff.; — Beobachtungen über Fettgewebe. *Ebenda.* Bd. XII. S. 434 ff.; — Ueber die Entwickelung der Fettzellen, *Dies Archiv.* 1879. S. 423 ff.



Um sicher zu sein, Thiere zu bekommen, welche sofort nach dem Wurfe von der Mutter entfernt, also noch nicht gesäugt worden waren, wurden hochträchtige Thiere unter fortwährender Beobachtung gehalten. Die künstliche Ernährung neugeborener Thiere lässt sich leicht erreichen; man richtet sich kleine Saugfläschchen mit Gummiröhrchen her und es gelingt bei einiger Uebung dann ganz gut, die Thiere nicht nur zum Saugen von Milch, sondern auch von anderer flüssigen Nahrung zu veranlassen.

Zu Controlversuchen benützte ich auch neugeborene Kaninchen, von denen ebenfalls Embryonen zur Untersuchung der Fettzellen mit den unten angegebenen Methoden verwendet wurden. Um jedoch die Beobachtungen an einem möglichst reichhaltigen Material auszuführen und zugleich genaue Daten über das Alter der Embryonen bez. Neugeborenen zu erhalten, zog ich auch Hühnchen zur Untersuchung heran.

Meine makroskopischen Beobachtungen nun, betreffend das Wachsthum der Polster unter der Haut u. s. w. stimmen im Wesentlichen mit denen Toldt's überein. Bei eben geworfenen Thieren sowohl wie bei Föten finden sich die grauröthlichen, unter Umständen auch hell-rosa gefärbten, Drüsen ähnlichen Läppchen, deren Wachsthum in der von Toldt beschriebenen Weise verläuft. Besonders an Hühnchen lassen sich dieselben bei der äusserst zarten, durchsichtigen Haut leicht verfolgen; die Entstehung des Nackenfettes aus drei gesonderten Streifen, einem mittleren und zwei seitlichen, symmetrischen Zügen, lässt sich ausgezeichnet beobachten. Zur Ergänzung der Toldt'schen Beobachtungen möchte ich noch hinzufügen, dass bei eben geworfenen Kätzchen in der Bauchhöhle ausser dem Nierenorgan sich noch zwei paarige Lappen neben der Blase und ein Läppchen im Mesorectum befinden.

Das Wachsthum der Läppchen ist ein sehr rasches; sehr bald vereinigen sich die von der Achselhöhle kommenden mit denen von der Leistenbeuge vordringenden der Art, dass zuerst ein äusserst dünner, ein starkes Gefäss begleitender Streifen, welcher am unteren Thoraxrande den Rippen entlang läuft, die Brücke zwischen beiden schlägt. Dieses Wachsthum findet auch statt, wenn die noch nicht von der Mutter gesäugten Thiere (Hunde und Katzen) mit fettfreier Nahrung gefüttert werden (Fleischsaft, Stärkeaufkochung mit Zucker, Peptonlösung mit Zusatz von Fleischbouillon), und die grossen polygonalen Zellen mit ihrer dichten Granulirung zeigen dieselbe schöne Ausbildung wie bei Thieren, welche Milch bekommen haben, nur dass das Fett in den Zellen fehlt.

Dass diese Zellen genetisch den Bindesubstanzen angehören, ist wohl nicht zu bezweifeln; dass sie aber gegenüber dem Bindegewebe eine Sonderstellung einnehmen, und nicht, wie Flemming will, mit den Bindegewebs-

zellen zu identificiren sind, das lehren sowohl die makroskopischen Beobachtungen Toldt's, wie auch das mikroskopische Bild.

Was Flemming nicht betont, oder gar in Abrede stellen will, das ist der durch die Untersuchungen Toldt's klar nachgewiesene, anatomisch specifische Charakter, den die abgegrenzten, an bestimmten Punkten ihren Ursprung nehmenden, für sich mit ihren eigenen Gefässen vorwachsenden Gruppen der Fettbildungszellen zeigen, und welcher so lange gewahrt wird, bis diese vorwachsenden Organlappen von den verschiedenen Entwickelungsbezirken her zusammentreffen und mit einander zu der einheitlichen Lage des Panniculus verschmelzen. Nehmen wir noch die Resultate unserer mikroskopischen Untersuchungen hinzu, welche ebenso wie diejenigen von Kölliker gezeigt haben, dass die Fettbildungszellen eher verschiedenen anderen Zellengattungen ähnlich sehen, als gewöhnlichen einfachen Bindegewebszellen, sei es der fötalen, sei es der postfötalen Periode, so ist die Behauptung Toldt's, dass diese Fettbildungszellen einen specifischen Charakter haben, eine durchaus gerechtfertigte; dass die Fettgewebszellen Bindesubstanzzellen sind und von der nächsten Umgebung der Gefässe (adventitia im weiteren Sinne Flemming's) ausgehen, haben weder Kölliker noch Toldt geleugnet; aber sowohl der innere Bau dieser Zellen, wie auch die Art ihres Zusammenhangs mit den Gefässen, sind durchaus besonderer Natur.

Es kann in keiner Weise in Abrede gestellt werden, dass, bei der einen Thiergattung früher bei der anderen später, es für jedes Individuum eine bestimmte Entwickelungsperiode des Fettes giebt, die in dem einen Falle innerhalb der fötalen (Kaninchen, Meerschwein, Mensch), in dem anderen innerhalb der postfötalen (Hund, Katze) Zeit liegt. Augenscheinlich stehen die Eigenthümlichkeiten der Fettbildungszellen und der Fettbildungsorgane in Zusammenhang mit dieser strengen Abgrenzung der sonst variablen Initialperiode; diese Eigenthümlichkeiten finden sich in praegnanter Form nur innerhalb der Initialperiode ausgeprägt, zu anderen Zeiten nicht, oder nur in verdeckter, bez. abgeschwächter Form. Es scheint, als wenn Flemming wesentlich diese verdeckten Formen in den Bereich seiner Untersuchungen gezogen hat, die eigentlichen Initialstadien sind von ihm wenig berücksichtigt worden. Flemming will nun die von ihm angenommene Indentität der Fettzelle mit der Bindegewebszelle dadurch begründen und den specifischen Charakter der Fettbildungszellen gegenüber den Bindegewebszellen deshalb ableugnen, weil ja, wie er sagt, nach His das ganze Bindegewebe einschliesslich dem Fettgewebe als Wucherung der Adventitia der Gesässe aufzufassen sei. Dadurch werden die wichtigsten Befunde Toldt's in ihrer Bedeutung keineswegs abgeschwächt. Letzterer hat mit voller Klarheit nachgewiesen, dass, nachdem die ganze Bindegewebsplatte

schon lange entwickelt ist, die Fettbildungsorgane als kleine selbständige und scharf begrenzte Bezirke mit selbständig und neu sich entwickelnden Gefässterritorien, von bestimmten, immer constanten Punkten des Gefässsystems ihren Ausgang nehmen.

Wenn daher Toldt sagt: (a. a. O. S. 446) „Das Fettgewebe der Wirbelthiere ist ein Organ eigener Art, und darf weder nach seiner Entwickelung, noch nach seinem histologischen Verhalten, noch nach seiner Function dem Bindegewebe zugerechnet werden," so hatte er nach seinen Befunden hierzu das volle Recht. Toldt erklärt demnach das Fettgewebe für eine besondere Gruppe der Bindesubstanzen, welche in gleicher Weise, aber in späterer Periode wie die Bindegewebsplatte, sich, und zwar mit specifischen Charakteren, entwickeln. Wir können ihm hierin nur in vollem Umfange beipflichten.

Also Bindegewebe und Fettgewebe entwickeln sich beide in und mit dem Gefässsystem, aber zu verschiedenen Zeiten der Entwickelung und mit verschiedenen Charakteren ihres histologischen Verhaltens. Es erscheint von hohem Interesse, dass jene von His nachgewiesene Sonderstellung der Bindesubstanzen in ihrer Entstehung noch einmal und zu so später Zeit, bei einigen Thieren sogar in der postfoetalen Periode, sich geltend macht.

Kölliker nimmt zwischen Toldt und Flemming insofern eine Mittelstellung ein, als er in seiner neueren Publication das Fettgewebe als eine besondere Art des Bindegewebes auffasst. Ueber die von ihm angegebenen Beziehungen der Fettzellen zu sternförmigen Bindegewebszellen vermag ich nichts auszusagen, da ich darüber keine eigenen Beobachtungen besitze.

Was nun das specifische Aussehen der Zellen betrifft, so erinnern dieselben durch ihre hypertrophische Grösse, durch ihre grobe Granulirung, durch die Anlagerung an die Gefässe, an die von Waldeyer mit den Namen „Plasmazellen" belegten Gebilde, von denen sie sich aber dadurch unterscheiden, dass ihr Vorkommen an den geschilderten Stellen in bestimmten Perioden der Entwickelung ein constantes und massenhaftes ist, dass sie von diesen Orten aus sich in der angegebenen Weise verbreiten und dass sie eine ganz specifische Function, die der Fettbildung, besitzen.

Da es uns darauf ankam, sowohl die auftretenden Fettelemente, wie auch die Granulastructuren der Zelle beobachten zu können, so wurden mir von Hrn. Professor Altmann die folgenden Methoden zu diesem Zwecke an die Hand gegeben:

An dem eben getödteten Thier wurden die Fettorgane unter der Haut durch möglichst rasche aber sorgfältige Praeparation freigelegt, somit ein Bild der makroskopischen Verhältnisse gewonnen; dann wurden von den Läppchen ganz kleine dünne Streifen (wenige Cubikmillimeter des Gewebes) in eine Mischung von 5 procentiger Kalibichromatlösung und 2 procentiger

Ueberosmiumsäurelösung (āā) eingelegt. 24 Stunden wurden die Organstückchen darin belassen und dann sorgfältig in fliessendem Wasser ausgewaschen; hierauf in absol. Alkohol entwässert. Zur Einbettung in Paraffin ebenso wie zur späteren Aufhellung der Schnitte darf nur Xylol benutzt werden, da Nelkenöl u. A. die Osmiumschwärzung zum Theil vernichtet. Für den Uebergang von Alkohol zu Xylol wurde eine Mischung von 1 Theil Alkohol und 3 Theilen Xylol gewählt. Von den eingebetteten Praeparaten wurden Schnitte, meist von geringer Dicke, nach Bedarf bis 1 μ herab, hergestellt. Diese Schnitte nun wurden entweder mit Säurefuchsin gefärbt,[1] oder ungefärbt, sei es in Xylol-Dammar, sei es in Paraffinum liquidum eingeschlossen und letzteres besonders dann angewendet, wenn es sich darum handelte, die Osmiumschwärzungen vornehmlich an ungefärbten Praeparaten in ihren Nüancirungen zu beobachten, da Paraffinum liquidum die letzteren gut conservirt. Mit der Fixirung wurde zugleich eine Untersuchung von Zupfpraeparaten des frischen Organs verbunden, entweder in 0·6procentiger Cl Na-Lösung oder in Pikrocarmin. Ein solches Zupfpraeparat, von einem eben geworfenen Kätzchen, welches noch nicht gesogen hat, zeigt uns die Kölliker'schen Zellen als grob granulirte Gebilde von rundlicher Form neben einer Menge freier Granula aus den durch das Zerzupfen zerstörten Zellen.

Ein Schnitt nun durch das in der angegebenen Weise fixirte Organ von dem neugeborenen Kätzchen giebt mit Säurefuchsin gefärbt ein Bild, wie es Fig. 1 darstellt. Die grossen, polyedrischen Zellen sind dicht aneinander gedrängt, der runde oder ovale Kern ist ungefärbt, resp. Pikrin-Reaction zeigend, der Zellenleib ist lückenlos erfüllt mit intensiv roth gefärbten Granulis. Durchsetzt ist das Praeparat mit einem dichten Netz von Capillaren. Von Ausläufern der Zellen ist nichts zu sehen; der Eindruck, den das Bild auf den Beobachter macht, ist der, dass die dichte Aneinanderlagerung die polyedrische Form der Zellen bedingt hat.

Wenn wir nun ein Stück desselben Organs von einem Thiere untersuchen, welches Milch bez. Sahne bekommen hat, so finden wir schon 12 bis 16 Stunden nach der ersten Fütterung durch Osmium geschwärzte Körnchen in einigen Zellen, von demselben Durchmesser oder nur wenig grösser als die roth gefärbten Granula. Allerdings ist das Auftreten noch ein sehr spärliches und nur am ungefärbten Praeparat in die Augen fallendes, während am gefärbten Object einige Aufmerksamkeit dazu gehört, die schwarzen Körnchen zu finden. Nach 30—40 Stunden erhalten wir ein Bild wie unsere Fig. 2. Grössere schwarze Tropfen, durch das Messer zerklüftet, fallen zuerst auf, daneben in einigen Zellen kleinere Tröpfchen.

[1] Vergl. Die Elementarorganismen u. s. w.

In allen Zellen aber finden sich mehr oder minder viele der schwarzen Granula, doch von verschiedener Intensität der Schwärzung, welche Differenz sich besonders deutlich an ungefärbsen Schnitten ausprägt und hier die mannigfachsten Uebergänge vom zartesten Grau bis zum tiefsten Schwarz erkennen lässt. Die Körnchen liegen verstreut, oder in unregelmässigen, zum Theil aber auch rundlichen Gruppen bei einander; Gruppen, aus denen die Tröpfchen und Tropfen confluiren. Bei etwas weiter vorgeschrittenem Process findet man stellenweise die Fettgranula von gleichmässiger Grösse und Schwärzung vor. Es entstehen hierdurch Bilder, wie das der Fig. 6 Taf. II, welche mit den von Leydig bei erwachsenen Vögeln und Fischen gefundenen Maulbeerformen übereinstimmen. Im erwachsenen Zustande eines Thieres gehören sonst so praegnante Vorstufen der Fettzellenbildung zu den Ausnahmen. Bei weiter fortgesetzter Fütterung (2—6 Tage) mit Sahne oder Milch erhält man dann Bilder, wie die Figg. 3 u. 4 vergegenwärtigen. Immer weniger rothe Granula sind zu sehen, immer mehr überwiegt die Schwärzung im Praeparat,[1] und immer mehr nähert sich die Zelle der Siegelring-Form mit Hüllenplasma etc., wie sie von Flemming geschildert wurde.

Lässt man nun ein älteres Thier, welches vollkommen entwickeltes Fettgewebe besitzt, hungern, um ihm den grössten Theil seines Fettes zu entziehen — ein vollständiges Schwinden des Fettes konnte ich hier auch dann nicht erzielen, wenn die Thiere an Inanition zu Grunde gegangen waren —, so zeigte das Praeparat folgendes Bild. Der verkleinerte Tropfen zeigte eine graue Färbung als Osmium-Reaction, die Zelle erschien zusammengefallen, mit gefalteter Peripherie, die Gestalt war mehr spindelförmig; es war das Bild der atrophischen Fettzelle, wie sie Flemming geschildert hat.

Hatte ich dagegen ein Thier gewählt, welches einem Stadium entsprach, wie Fig. 4 es darstellt, so war das meiste Fett verschwunden und ein grosser Theil der Zellen war wieder mit Granulis erfüllt. Ein noch früheres Stadium, etwa Fig. 3 entsprechend, ein Thier mit 2—3tägiger Fütterung, wies nach $1^1/_2$tägigem Hunger das alte, volle Granula-Bild (Fig. 1) auf; das gleiche Ergebniss wurde bei einem im entsprechenden Stadium befindlichen Hündchen durch eine mässige Fütterung mit Pepton-Lösung und durch die damit verbundene Fettentziehung erzielt.

Wie oben erwähnt ist, erklärt Flemming die Kölliker'schen Fettbildungszellen für atrophische. In der That findet sich, dass auch beim

[1] Dieselbe ist in Figg. 3 und 4 extrahirt, um die Zeichnungen in den anderen Theilen um so deutlicher hervortreten zu lassen.



Kätzchen im intrauterinen Leben die Fettbildungszellen, soweit sie schon angelegt sind, Fett enthalten können, dieses aber bis zur Geburt verlieren, um nach derselben einen neuen und definitiven Fettansatz zu beginnen. Es mag dieses damit zusammenhängen, dass in einer bestimmten Periode vor der Geburt die placentare Ernährung am ergiebigsten ist, um bis zur Geburt wieder abzunehmen. Ein atrophisches Aussehen kann man aber den Fettbildungszellen weder kurz vor der Geburt noch nach derselben nachsagen. Die Atrophie bezieht sich lediglich auf den Schwund des Fettes, nicht auf das sonstige Aussehen der Zellen und die oben geschilderten Resultate der künstlichen Fettentziehung stimmen damit überein. Das, was Flemming sonst eine atrophische Fettzelle nennt, hat mit diesen Bildern nichts gemein.

Entsprechend den Erfahrungen Altmann's,[1] dass die Fettelemente in den verschiedenen Zellen eine verschiedene Widerstandsfähigkeit gegen Extractionsmittel zeigen, und dass reines Neutralfett gegen dieselben widerstandsfähiger ist, als solches, welches mit Fettsäuren und anderen Stoffen gemischt auftritt, fand sich, dass die Osmium-Schwärzung durch Extractionsmittel bei diesen foetalen und jugendlichen Fettzellen viel rascher als bei ausgebildeten Zellen schwindet, ja ein Theil der gebildeten Fettkörnchen und Tröpfchen verträgt schon die Manipulation des Färbens nicht mehr. Will man das Stadium der Schwärzung an solchen Praeparaten studiren, so muss man, wie erwähnt, die Schnitte, von denen das Paraffin durch Xylol entfernt und letzteres durch Hin- und Herschwenken des Objectträgers fast zur Verdunstung gebracht worden ist, mit Paraffinum liquidum aufhellen und darin conserviren. Hat man es dagegen mit ausgebildeten Fettzellen zu thun, so kann man die Praeparate färben und sogar in Damarharz aufbewahren; die Praeparate halten sich lange Zeit, doch kommt auch hier ein Zeitpunkt — nach 2 bis 3 Monaten —, wo auch diese Schwärzungen schwinden; es ergeben sich hieraus chemische Differenzen, welche zwischen dem in den Zellen sich primär anhäufendem Fett und demjenigen der fertigen Fettzelle bestehen müssen.

Abgesehen von den Bildern, wie sie Kätzchen von den Kölliker'schen Zellen liefern, sind in mancher Beziehung diejenigen von jungen Hunden instructiver, wenn sie sich auch in der Hauptsache mit jenen decken.

Von 3—4tägigen Hunden, welche die gewöhnliche, nicht allzu reichliche Milchnahrung der Mutter gesaugt hatten, bekommt man nicht nur ausgezeichnete schöne schwarz-granuläre Stadien der Fettbildungszellen, sondern auch Stadien, an denen das Zusammenfliessen der Granula zu grösseren Tropfen bei einiger Aufmerksamkeit gut zu beobachten ist. Ein solches

[1] Ueber die Fettumsetzungen im Organismus u. s. w.

Bild (Fig. 5, *a b c*) zeigt neben den dominirenden Körnchen viele grössere Fetttropfen, noch umgeben von schwarzen und grauen Granulis; dabei noch wenige kleine oder mittlere Tröpfchen. Die Granula sind theils der Form der Zellen entsprechend in diesen vertheilt, theils sieht man sie in denselben zu länglichen oder rundlichen Haufen geballt.

Die meisten der beim Hündchen sich findenden Haufen bestehen nun aus distincten schwarzen und grauen Granulis, andere aber zeigen die Contouren der Körnchen nur bei sorgfältigster Benutzung der optischen Hülfsmittel; sie erscheinen bei oberflächlicher Betrachtung zu einem graufleckigen Tropfen verschmolzen, ja an einigen ist diese Verschmelzung eben im Werke; die den neuentstandenen Tropfen zusammensetzenden Granula sind nur noch schattenhaft in demselben zu erkennen.

Man kann für das primäre Wachsthum der Fettelemente in diesen Fettbildungszellen demnach zweierlei Modi unterscheiden, das Wachsthum der einzelnen Granula für sich und das Confluiren mehrerer zu einem grösseren Element.

Der auf diese Weise gewonnene Einblick in die morphologischen Veränderungen, welche die Fettbildung in den Zellen des eigentlichen Fettgewebes begleiten, legte es nahe, auch andere Organe, in deren Zellen Fettbildung beobachtet worden war, daraufhin zu untersuchen, ob hier die Granula eine gleiche oder ähnliche Rolle spielen.

In der anfangs citirten Arbeit von Kölliker, welcher wieder durch eine ihm mitgetheilte Beobachtung E. H. Weber's[1] an Hühnchen und Fröschen aufmerksam gemacht worden war, giebt derselbe in der Tabelle (a. a. O. S. 180) eine Uebersicht über die von ihm bei Säuglingen verschiedener Thierclassen gefundenen Fettlebern. Die im Anschluss daran mitgetheilten Beobachtungen, wie das von Weber erwähnte rasche Auftreten der Hühnchen-Fettleber am 19. resp. 20. Tage der Bebrütung, zu einer Zeit, wo „der Dottersack in die Leibeshöhle einbezogen wird und eine rasche Resorption desselben durch die Dottergefässe stattfindet", liessen vermuthen, dass man hier einige Aufschlüsse über die feineren Vorgänge erhalten würde.

Untersucht man nun die Leber eines 14 Tage bebrüteten Hühnchen-Embryo, welche eine gelbgrüne Färbung hat, so sieht man in den Leberzellen — natürlich nur mit Anwendung bester Apochromat-Objective, welche vollen Lichtkegel vertragen und so Täuschungen ausschliessen lassen — zarteste, grauschwarze Ringel (Fig. 8 *a*) von sehr verschiedener Grösse. An den kleinsten ist der Contour — d. h. der Osmium-Reactionsring — oft

[1] E. H. Weber, Ueber die Bedeutung der Leber u. s. w. *Zeitschrift für rationelle Medicin.* 1846. S. 161. — Derselbe, *Programme.* Fasc. II. p. 241. De functione hepatis nova observatione in pullis gallinaceis illustrata.

nur bei grösster Aufmerksamkeit wahrzunehmen; je grösser aber die Ringel werden, desto breiter wird der durch das Osmium geschwärzte Saum. Ganz vereinzelte Zellen weisen aber auch zu dieser Zeit vollständig geschwärzte Kugeln auf, welche aus einer früheren Periode stammen. Denn schon am 11. oder 12. Bebrütungstage ist ein Auftreten von Fett in der Leber und zwar als zarte, nur in grauem Tone gefärbte Körnchen zu bemerken; die Fettbildung schreitet ganz langsam fort und befällt auch nur hie und da eine Zelle.

Auf diese Erscheinung komme ich weiter unten noch zurück, bei Gelegenheit der Schilderung ähnlicher Phänomene in der Leber von Tritonen.

Ein Bild nun, wie es Fig. 6 *b* darstellt, ergab die 35 Stunden später untersuchte Leber eines Hühnchen-Embryo. Die Ringel (besser wäre gesagt Hohlkugeln, doch soll hier ja nur das mikroskopische Bild geschildert werden) sind bedeutend gewachsen, und die Osmium-Reaction stärker geworden, wenn auch, wie leicht erklärlich, der Process nicht ganz gleichmässig nach der Mitte zu fortgeschritten und daher das Lumen excentrisch gelagert ist.

An einigen der grössten bemerkt man auch schon ein Grauwerden dieses Centrums, sodass man von manchen Ringen schon fast den Eindruck der vollständig geschwärzten Kugel empfängt. Daneben ist aber ein Nachschub von zarten grauen und schwarzgrauen Ringelchen zu bemerken.

Fig. 6 *c* stammt von einem abermals 30 Stunden später der Brutmaschine entnommenen Hühnchen. Hier sind die Ringel sehr gross geworden, die Zahl der kleinen ist sehr unbedeutend, und wenn man einen grösseren Theil des Praeparates durchmustert, findet man zahlreiche Vollkugeln vor. Auch der Eindruck des Bildes bei schwacher Vergrösserung ist ein anderer geworden; während für die in *a* und *b* (Fig. 6) gezeichneten Bilder die am stärksten mit Fett versehenen Stellen des betreffenden Schnittes gewählt sind, zeigte der Schnitt, aus dem *c* gezeichnet, eine ziemlich gleichmässige Erfüllung aller Leberzellen.

Hier stossen wir also auf eine andere Art der Thätigkeit des Granulums bei der Fettbildung. Während wir im eigentlichen Fettgewebe ein Auftreten von durchweg geschwärzten Körnchen beobachteten — wenn auch die Intensität des Tones von grau bis schwarz wechselte — und ein Confluiren derselben zu Tropfen bemerken konnten, tritt hier erst eine Osmium-Reaction an der Peripherie des Granulums auf, wie dieses von Krehl[1] am Darmepithel fettresorbirender Säugethiere beobachtet worden ist, und ebenso besonders prägnant von Altmann[2] in den Fett secernirenden Drüsen vieler Thiere.

[1] Krehl, Ein Beitrag zur Fettresorption. *Dies Archiv.* 1889.

[2] Ueber die Fettumsetzungen u. s. w.

Dass der Vorgang auch bei rascher und reichlicher Fettanhäufung in der Leber erwachsener Thiere so verläuft, zeigte mir das Bild der Gänse-Fettleber. Einige junge Gänse hatte ich zu diesem Zwecke „gestopft“ und Stückchen der Leber noch warm fixirt. Hier waren ebenfalls, selbst bei äusserst hohem Grade der Verfettung, neben den grossen Tropfen die charakteristischen Ringe mit dem theilweise etwas excentrisch belegenen Hohlraum zu constatiren.

Um aber noch überzeugendere Bilder des Vorganges zu geben, habe ich in Fig. 6 a^1 einen gefärbten Schnitt des Praeparates der Fig. 6a beigefügt. Die Fig. 6 a^1 ist bei stärkerer Vergrösserung gezeichnet, damit die etwas schwierig wiederzugebenden Formen besser hervortreten. Hier fällt uns zuerst wieder die vollständige Extraction der Osmium-Schwärzung durch die Manipulation des Färbens auf; die Ringel von *a* stellen sich als kreisförmige helle Lücken dar; aber in diesen Lücken sind noch die Reste des nicht ganz umgewandelten Granulums in der charakteristischen, hier besonders hervortretenden scharlachrothen Reaction zu sehen. Aehnliche Bilder hat auch Dr. Krehl (a. a. O.) in primären Stadien der Fettresorption gesehen. Durch die Fixirung, Färbung etc. ist dieser erwähnte Rest des stark geschwellten Granulum zusammengefallen und geschrumpft. Genau dieselben Bilder liessen sich von *b* und *c* herstellen; auch hier waren die gefärbten Granulareste vorhanden.

In der gleichen Weise wurden diese Bilder durch die Lebern der jungen Hunde, Katzen und Kaninchen bestätigt; die von Kölliker beschriebenen Fettlebern dieser Thiere im neugeborenen bez.. saugenden Zustande zeigten die Ringelbilder in ausgesprochenster Weise; ja auch bei einem nicht ganz jungen Kaninchen, welches mehrere Tage gehungert und dann nach Belieben fette Milch erhalten hatte, sowie bei mit Sahne gemästeten erwachsenen Ratten waren diese Bilder, ebenfalls mit den gefärbten Resten der Elemente an Tinctions-Praeparaten, in ausgeprägtester Form zu sehen.

Von den Lebern der Kaltblüter, welche im Gegensatz zu den Warmblütern nach den Beobachtungen Altmann's (a. a. O.) beim Fettansatz keine Neigung zur Bildung grösserer Fettkugeln zeigen, sondern sich durch das permanent granuläre Verhalten der Fettelemente meist auszeichnen, habe ich noch den Triton taeniatus untersucht.

Füttert man ganz ausgehungerte Tritonen einmal mit süsser Sahne, so sieht man schon nach einigen Stunden einige spärliche Osmium-Granula in der Leber auftreten, aber der Farbenton ist ein so hellgrauer, dass die schärfste Aufmerksamkeit nöthig ist, um sie zu bemerken. Doch schon einige Stunden später wird diese Färbung dunkler, und dabei nimmt das Granulum bedeutend an Grösse zu; ein confluiren ist nicht zu bemerken. Dagegen ist auch hier wieder, wie beim Hühnchen, eine sehr ungleichmässige

und spärliche Vertheilung des Fettes zu bemerken; inselartig heben sich die Gruppen von Leberzellen mit den schwarzen und grauen Granulis von der Masse der anderen und ihrer Begleitung von mit gelbbraunen Körnchen erfüllten Pigmentzellen ab.

Fütterte ich nun aber jene völlig ausgehungerten Tritonen in recht ausgiebiger Weise mit süsser Sahne, derart, dass die Thiere mehrere Male des Tages einen halben Tropfen erhielten, so traten neben den wohl von den früheren mässigen Fütterungen herrührenden geschwärzten Vollkörnern eine grosse Menge Ringel in allen Stadien der Ausbildung auf. Dieses Vorkommen von Voll-Granulis und Ringeln neben einander erinnerte lebhaft an die Bilder der Hühnchen-Lebern, und legte die Anschauung nahe, dass bei rascher und übermässiger Fettzufuhr zum Blute die Ringel-Bildung in der Leber die vorherrschende ist, während bei einem mässigen Grade der Vorgang sich in der beim ersten Triton geschilderten Weise vollzieht.

Um auch einen Anhalt zu haben, ob bei pathologischen Fettansammlungen die Granula eine ähnliche Rolle spielen, wie bei den physiologischen Processen, versuchte ich Phosphorvergiftungen bei Rana esculenta. Bei der Anstellung der Versuche verfuhr ich wie Stolnikow;[1] die Frösche wurden untereinander unter nahezu gleiche Bedingungen gebracht und mit Phosphorpillen gefüttert. Die Experimente wurden über alle Jahreszeiten ausgedehnt, nur die Zeiten der ausgeprägten physiologischen Fettlebern vermieden, und stets eine grössere Anzahl Frösche unter gleiche Behandlung gestellt.

Als Hauptresultat ergab sich, dass auch bei diesen Degenerationsprocessen das Fett in ausgesprochen granulärer Form auftritt, und ebenso wie bei der physiologischen Fettleber keine Neigung der Körnchen zum Confluiren vorhanden ist. Es war mir hierbei auffällig, dass in der citirten Arbeit von Stolnikow das Auftreten von Fettelementen in der Leber der mit Phosphor vergifteten Frösche überhaupt nicht erwähnt wird und erklärt sich dieses vielleicht daraus, dass die von dem genannten Autor bei der Paraffineinbettung benutzten Flüssigkeiten das Osmiumfett extrahirt haben, bevor es in den Schnitten zur Beobachtung kam. An den nicht geschwärzten, rothgefärbten Granulis traten bedeutende Veränderungen auf; im Allgemeinen war eine Vergrösserung durchweg zu sehen, bei akuten sowohl wie bei chronischen Vergiftungen, dabei zeigten die vergrösserten Granula oft sonderbare Formen.

---

[1] Vorgänge in den Leberzellen u. s. w. *Dies Archiv.* Physiol. Abthlg. 1887. Suppl.-Bd. S. 1 ff.

Akute Wirkungen des Phosphors mit theilweiser Fettablagerung liessen sich auch an anderen Organen beobachten, doch habe ich dieses nicht näher verfolgt.

Wir haben demnach in mehrfachen Fällen den Nachweis zu liefern vermocht, dass die Fettumsetzungen in der Zelle sich in und mit der Substanz des Granulums vollziehen, und ergänzen die gewonnenen Bilder die von Altmann (Ueber Fettumsetzungen etc.) und Krehl (a. a. O.) auf anderen Gebieten der Fettumsetzung gefundenen Thatsachen in wünschenswerther Weise.

Besonders deutlich gelang uns jener Nachweis in den Anfangsstadien des Processes; wie später der in vielen Fällen entstehende grössere Fetttropfen innerhalb der Zelle noch weiter an Grösse zunimmt, und welche morphologischen Unterlagen dieses weitere Wachsthum hat, darüber möchte ich auf die von Herrn Prof. Altmann (a. a. O.) auf Grund weiter gehender Erwägungen und Erfahrungen gegebenen Auseinandersetzungen verweisen.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. IV.)

Fig. 1. Fettbildungszellen der Nierenkapsel vom neugeborenen Kätzchen, gleich nach dem Wurf getödtet.

Fig. 2. Dasselbe, Alter der Kätzchen 30 Stunden, nach Fütterung mit Sahne.

Fig. 3. Dasselbe, Alter drei Tage.

Fig. 4. Dasselbe, Alter fünf Tage.

(Taf. V.)

Fig. 5 *a. b. c.* Subcutane Fettbildungszellen, Hündchen, drei Tage alt, von der Mutter gesäugt.

Fig. 6. Osmiumbild, einem wenig älteren Stadium entsprechend, als Fig. 2 es darstellt.

Fig. 7. Färbungsbild desselben Praeparates, welches in Fig. 8 *a* dargestellt ist.

Fig. 8 *a. b. c.* Osmiumbilder der Hühnchenleber vom 14. 16. 17. Bebrütungstage.

Die Vergrösserung der Bilder ist ca. 700 fach.

Ein Beitrag zur Fettresorption.

Von

Dr. Ludolf Krehl.

(Hierzu Taf. VI.)

Die Resorption des Fettes im Darm ist bisher fast allein von der Voraussetzung aus untersucht worden, dass das Fett in Form von kleinsten Tröpfchen direct von den Epithelzellen aufgenommen werde. Will[1] ist nach Perewoznikoff[2] fast der einzige, welcher morphologischerseits die Resorption des Fettes in gelöster Form als möglich hingestellt und die Lösungsresorption der Fettsäuren bewiesen hat. Wie wenig jedoch diese Anschauung Beifall gefunden hat, das zeigt der Umstand, dass Heidenhain noch in seiner neuesten Arbeit über die Histologie und Physiologie der Darmschleimhaut[3] zwar alle ausgesprochenen Anschauungen und Möglichkeiten der corpusculären Resorption bespricht und kritisirt und, wie aus seinen Deductionen hervorgeht, selbst ganz auf dem Boden der corpusculären Resorption steht, jene Möglichkeit der Lösungsresorption dagegen nicht einmal der Erwähnung für werth hält. Dennoch lagen Gründe vor, welche die Annahme der Lösungsresorption für die wahrscheinlichere erscheinen liessen, uud ich unternahm es deshalb auf Anregung und unter Leitung des Herrn Professor Altmann jene Frage, ob das Fett corpusculär oder gelöst resorbirt wird, zu prüfen; für den Fall, dass es gelöst resorbirt

[1] Will, Vorläufige Mittheilung über Fettresorption. Pflüger's *Archiv* u. s. w. 1879. Bd. XX.

[2] Perewoznikoff, Zur Frage der Synthese des Fettes. *Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften*. 1876.

[3] Heidenhain, Pflüger's *Archiv* u. s. w. 1888. Bd. XLIII.

wird, sollte darauf geachtet werden, welche Thätigkeit hierbei die von Altmann[1] beschriebenen Zellgranula auszuüben hätten; würde das Fett corpusculär resorbirt, so war eine intensivere Betheiligung der Granula nicht zu erwarten.

Auf Grund theoretischer Erwägungen betonte zuerst Brücke,[2] noch ehe die Structur der Darmepithelien genauer bekannt war, die Nothwendigkeit freier Kommunicationsöffnungen zwischen Darmlumen und Epithelien, indem er die corpusculäre Resorption des Fettes zur Voraussetzung nahm, ebenso wie er in Uebereinstimmung mit Gruby und Delafond[3] freie Oeffnungen zwischen Epithelien und Zottensaum annahm. Brücke glaubte anfangs, dass die Epithelien gegen das Darmlumen hin nur durch eine Schleimschicht abgegrenzt wären, also im Wesentlichen vollkommen offen stünden. Wenn auch weitere histologische Untersuchungen die Existenz einer scheidenden Membran des Cuticularsaumes nachwiesen, so schienen sie doch den Grundgedanken Brücke's, das Vorhandensein freier Oeffnungen nur zu bestätigen. Kölliker[4] und Funke[5] entdeckten den doppeltcontourirten Saum der Darmepithelien, und Kölliker stellte die Hypothese auf, dass die dunklen Querstriche des Saumes Canäle wären, welche die von Brücke verlangten Communicationsöffnungen darstellten. Diese Annahme über das Wesen des Stäbchensaumes blieb nicht die einzige. Brettauer und Steinach[6] schlossen aus ihren in Brücke's Laboratorium ausgeführten Untersuchungen, dass der doppeltcontourirte Saum der Darmepithelien aus zahlreichen querstehenden Stäbchen bestünde, und dass die feinen Striche nicht Canäle seien, sondern die Grenzen der Stäbchen. Bei der Fettresorption sollten die Stäbchen auseinanderweichen und die Fetttropfen zwischen sich durchtreten lassen. Auf jeden Fall schien Brücke's Forderung bestätigt, mochten die Fetttropfen durch Kölliker's Canälchen oder zwischen

---

[1] Altmann, *Studien über die Zelle.* Leipzig 1886; — Derselbe, Die Genese der Zelle. *Festschrift für C. Ludwig.* 1887; — Derselbe, Die Structur des Zellkerns. *Dies Archiv.* 1889; — Derselbe, Ueber die Fettumsetzungen im Organismus. *Dies Archiv.* 1889; — *Die Elementarorganismen und ihre Beziehungen zu den Zellen.* Leipzig 1889.

[2] Brücke, Ueber die Chylusgefässe und die Resorption des Chylus. *Denkschriften der k. k. Akademie der Wissenschaften zu Wien.* Bd. VI.

[3] Gruby und Delafond, *Comptes rendus.* Paris. t. XVI.

[4] Kölliker, Einige Bemerkungen über die Resorption des Fettes im Darm. *Verhandlungen der physikalisch-medicinischen Gesellschaft in Würzburg.* 1856. t. VI.

[5] Funke, Beiträge zur Physiologie der Verdauung. *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie.* Bd. VII.

[6] Brettauer und Steinach, Untersuchungen über das Cylinderepithel der Darmzotten. *Sitzungsberichte der math.-naturw. Classe der k. k. Akademie der Wissenschaften zu Wien.* 1857. t. XXIII.

den auseinanderweichenden Stäbchen hindurch treten. Dass die in den Epithelien liegenden Fetttropfen häufig viel grösser sind als die angenommenen Oeffnungen im Cuticularsaum, widersprach den angeführten Theorien nicht, weil immer nur kleine Fetttropfen resorbirt werden könnten, die dann erst in der Epithelzelle zu grösseren zusammenflossen, wie Donders[1] und Dönitz[2] meinten. Eine völlig neue Auffassung brachte Letzerich;[3] nach ihm findet die Resorption des Fettes überhaupt nicht durch die Cylinderepithelien statt, sondern durch besondere „Resorptionsorgane“, vacuolenartige Gebilde, die zwischen den Cylinderzellen liegen und durch Kanäle mit dem Zottensaum in Verbindung stehen sollen. Dass die Resorptionsorgane Letzerich's mit den Becherzellen, die bekanntlich nie resorbiren, gleichbedeutend sind, wurde bald darauf von Eimer,[4] Arnstein,[5] Fries[6] trotz Letzerich's vorbeugender Einwände nachgewiesen. Letzerich's Anschauung war auch an sich schon nur wenig gestützt, da er nie mit Osmiumsäure, sondern nur an frischen Praeparaten gearbeitet hat, an denen man die Eiweisskugeln in den Becherzellen leicht mit Fetttropfen verwechseln kann. Eimer[7] nimmt auf Grund von Beobachtungen, die er an Fledermäusen anstellte, an, dass bei der Fettresorption der obere Theil der Zellbedeckung, der eigentliche Stäbchensaum, aufgelöst wird, und dass die Fetttröpfchen die Schicht, welche zwischen Stäbchensaum und Zelle liegt, erweichen und durchdringen. Nie sah er Fetttropfen im Stäbchensaum selbst, wohl aber kleine Tropfen an Stellen, an denen der Stäbchensaum oberhalb der genannten Schicht fehlte. Er sah zuweilen auch Fett zwischen den Zellen und stellte eine interepitheliale Fettaufnahme nicht ganz in Abrede. In der Folgezeit wurde durch v. Thanhoffer[8] die alte Brücke'sche Ansicht, dass die Epithelzellen gegen das Darmlumen völlig offen stünden, von neuem aufgestellt. Nach diesem Autor „sind die Zottenepithelzellen offen. Die aus dem Protoplasma

---

[1] Donders, Ueber die Aufsaugung von Fett im Darmcanal. Moleschott's *Untersuchungen*. II. 1887.

[2] Dönitz, Ueber die Schleimhaut des Darmcanals. *Dies Archiv*. 1864.

[3] Letzerich, Ueber die Resorption der verdauten Nährstoffe im Dünndarm. Virchow's *Archiv*. Bd. XXXVII u. XXXIX.

[4] Eimer, Zur Fettresorption und zur Entstehung der Schleim- und Eiterkörperchen. Virchow's *Archiv*. Bd. XXXVIII. — Derselbe, Die Wege des Fettes in der Darmschleimhaut bei seiner Resorption. Virchow's *Archiv*. Bd. XLVIII.

[5] Arnstein, Ueber Becherzellen und ihre Beziehungen zur Fettresorption und Secretion. Virchow's *Archiv*. Bd. XXXIX.

[6] Fries, Ueber die Fettresorption und die Entstehung der Becherzellen. Virchow's *Archiv*. Bd. XL.

[7] Eimer, a. a. O.

[8] v. Thanhoffer, Beiträge zur Fettresorption und histologischen Structur der Dünndarmzotten. Pflüger's *Archiv* u. s. w. Bd. VIII.

der Zelle hervorragenden von Brettauer und Steinach zuerst beschriebenen Fortsätze zeigen beim Frosch eine lebhafte Bewegung und befördern die zwischen sie gelangten Fettkörnchen in's Innere der Zelle; die Fettaufsaugung geschieht wahrscheinlich ebenfalls auf diese Weise bei den warmblütigen Thieren, wie auch beim Menschen.“ Das Fett, die Galle und das Nervensystem sollen nach Thanhoffer von günstigem Einfluss auf diese Bewegung sein. Alle erwähnten Autoren ausser Letzerich, welcher besondere Resorptionsorgane annahm, waren, so sehr ihre Ansichten auch sonst auseinandergingen, darin einig, dass die Epithelzellen selbst das Fett aus dem Darm aufnehmen. v. Basch[1] sah zwar Fett nicht nur in, sondern auch zwischen den Epithelien, hält aber die Interstitien nicht für wesentlich bei der Resorption betheiligt: es werde vielleicht Fett vom Zottenraume aus regurgitirt, vor oder nach dem Tode. Später wurde von Watney,[2] Schäfer[3] und Zawarykin[4] der interepitheliale Weg als der häufigst benutzte, ja als der allein gebrauchte dargestellt, und zwar sollte das Fett entweder direct zwischen den Epithelien durchwandern, oder von Leucocyten getragen werden. Zawarykin, welcher besonders Froschdärme mit Osmiumsäure behandelte, behauptete, dass Lymphzellen zwischen den Epithelien nach dem Darmlumen zu wandern, die Fetttröpfchen, welche an den Furchen zwischen den Epithelien hängen bleiben, ergreifen und mit ihnen beladen nach den Lymphgefässen der Mucosa zurückgehen, ähnlich wie Hofmeister[5] sich die Resorption des Peptons und der Kohlehydrate denkt.

Die nächsten Autoren, welche sich mit der Fettresorption beschäftigten, standen dieser Anschauung äusserst verschieden gegenüber. Preusse[6] konnte sie nach Versuchen an Fröschen nur theilweise bestätigen; er fand bei stärkerer Fettresorption auch die Epithelien mit Fett erfüllt. Wiemer[7] fand zwar bei Fröschen zuweilen fetthaltige Leucocyten in der Epithelschicht,

---

[1] v. Basch. Die ersten Chyluswege und die Fettresorption. *Sitzungsberichte der math.-naturw. Classe der k. k. Akademie der Wissenschaften zu Wien.* 1870. Bd. LXII.

[2] Wattney, The Minute Anatomy of the Alimentary Canal. *Philosophical Transaction of the Royal Society.* Vol. CLXVI.

[3] Schäfer, On the Origin of the Proteids of the Chyle and the Transference of Food Materials from the Intestine to the Lacteals. *Proceedings of the Royal Society of London.* Vol. XXXVIII.

[4] Zawarykin, Ueber die Fettresorption im Dünndarm. Pflüger's *Archiv* u. s. w. Bd. XXXI; — Derselbe, Einige die Fettresorption im Dünndarm betreffende Bemerkungen. Pflüger's *Archiv* u. s. w. Bd. XXXV.

[5] Hofmeister, Ueber die Resorption und die Assimilation der Nährstoffe. *Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie.* Bd. XIX u. XX.

[6] Preusse, Rolloff's *Archiv für Thierheilkunde.* Bd. XI.

[7] Wiemer, Ueber den Mechanismus der Fettresorption. Plüger's *Archiv* u. s. w. Bd. XXXIII.

sah aber die Epithelzellen selbst stets in viel höherem Grade mit Fett erfüllt und kommt zu dem Schluss „dass die Epithelzellen die allein thätigen Organe bei der Fettresorption darstellen“. Ihr contractiles Protoplasma soll faserartige Fortsätze aussenden, welche die Fetttröpfchen ergreifen und in die Epithelzellen befördern. Dasselbe behauptet Wiedersheim[1] für Fische. Beide Forscher stehen also den Anschauungen v. Tanhoffers nahe. Eimer giebt in einer neueren Arbeit[2] zwar das Vorkommen interepithelialer Fettaufnahme zu, hält aber doch die epitheliale für die verbreitetste und hält für das Zustandekommen derselben seine frühere Ansicht aufrecht, dass nach Auflösung des Stäbchensaumes die Zellensubstanz die Tröpfchen direct aufnimmt. Eysoldt[3] spricht ebenfalls den Epithelien die Hauptthätigkeit bei der Resorption zu. Gruenhagen hat in einer früheren Arbeit[4] eine Bedeutung der Leucocyten und Interstitien für die Fettaufnahme vollkommen geleugnet, hat jedoch neuerdings[5] bei saugenden Hunden und Katzen Fett zwischen den Epithelien gefunden; dasselbe sah Mall[6] bei ausgewachsenen Hunden. Gruenhagen nimmt nun auf Grund seiner Untersuchungen an, dass vom Darm nach dem Zottenraum für das Fett verschiedene Wege vorhanden sind, unter denen bei bestimmten Thieren bestimmte bevorzugt sind. Heidenhain[7] behauptet in seiner neuen Arbeit, dass die mit Ueberosmiumsäure sich schwarz färbenden Körnchen in den Leucocyten der Darmschleimhaut, auf die Zawarykin seine Anschauungen stützt, nicht aus Fett bestünden, weil sie sich in Xylol und Aether nicht lösten und sich mit Säurefuchsin färbten. Nach ihm kann man die Leucocyten nicht mehr eine in Betracht kommende Rolle bei der Fettresorption spielen lassen, die ihnen wohl zugeschrieben werden durfte, so lange man die genannten Pseudofettkörnchen für wirkliches Fett hielt. Dass der Hauptweg des Fettes innerhalb der Epithelschicht durch die Zellen derselben führt, darf als unzweifelhafte Thatsache gelten. Alle bisher besprochenen Anschauungen gehen von der Annahme aus, dass das Fett als Gly-

---

[1] Wiedersheim, Ueber die mechanische Aufnahme der Nahrungsmittel in der Darmschleimhaut. *Festschrift der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg zur 56. Versammlung der Naturforscher.* 1883.

[2] Eimer, Neue und alte Mittheilungen über Fettresorption im Dünndarm. *Biologisches Centralblatt.* Bd. IV.

[3] Eysoldt, *Ein Beitrag zur Frage der Fettresorption.* Dissertation. Kiel 1885.

[4] Gruenhagen, Ueber Fettresorption und Darmepithel. *Archiv für mikroskopische Anatomie.* Bd. XXIX.

[5] Derselbe, Ueber Fettresorption im Darm. *Anatomischer Anzeiger.* 1887.

[6] Mall, Die Blut- und Lymphwege im Dünndarme des Hundes. *Abhandlungen der k. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften.* Leipzig 1887.

[7] Heidenhain, a. a. O.

cerid in Gestalt einer mehr oder weniger feinen Emulsion resorbirt werde. Demgegenüber sind die von Will[1] mitgetheilten Untersuchungen, ebenso wie die frühere von Perewoznikoff deswegen besonders bedeutsam, weil sie wenigstens den Beweis geben, dass Fettsäuren in gelöster Form resorbirt werden und analoge Resorptionsbilder geben, wie man sie bei der Verdauung der Fette bekommt. Beide Autoren fanden, dass bei Fröschen nach Fütterung mit reinen Fettsäuren oder Seifen, mit oder ohne Glycerin sich im Darmepithel nach Osmiumsäurebehandlung genau dieselben Bilder finden, wie nach Fütterung mit neutralem Glycerid, und Will betont ausdrücklich, dass dieses auch dann eintritt, wenn Fettsäuren von hohem Schmelzpunkt gefüttert werden, welche im Darm nicht emulgirt werden können. Dieselben Bilder erhielt Ewald,[2] wenn er ausgeschnittene Darmschleimhaut bei Körpertemperatur in Seifenlösung mit Glycerin stehen liess.

Ehe auf die Frage von der Lösungsresorption näher eingegangen werden kann, muss erörtert werden, wie weit sie mit den herrschenden chemischen Anschauungen über die Fettaufnahme übereinstimmt. Man nimmt auch von chemischer Seite im Allgemeinen an, dass das Fett in Form einer feinen Emulsion als Glycerid resorbirt wird. Die Emulsion des Fettes entsteht schon durch die blosse Berührung mit dem alcalischen Pankreas- und Darmsaft;[3] die freien Fettsäuren des Chymus sind theils mit dem Nahrungsfett eingeführt,[4] theils durch die Einwirkung des Magen-[5] und Pankreassafts auf Neutralfette entstanden. Darmbewegungen und Anwesenheit der Galle sollen die Bildung der Emulsion, letztere auch die Resorption des emulgirten Neutralfettes begünstigen. Indess ist eine so feine Emulsion des Fettes, wie sie im Chylus vorhanden ist und wie sie zum Eindringen des Fettes in die Epithelien nothwendig wäre, kaum im Darm gefunden worden. Cash[6] wenigstens, der besonders darauf achtete, hat sie nicht gesehen, ebensowenig Munk;[7] es ist auch beiden Autoren nicht wahrschein-

---

[1] Will, a. a. O.

[2] Ewald, Ueber Fettbildung durch die überlebende Darmschleimhaut. *Dies Archiv.* 1883. Physiol. Abthlg. Suppl.

[3] Gad, Zur Lehre von der Fettresorption. *Dies Archiv.* Physiol. Abthlg. 1878.

[4] Hofmann, Ueber die Reaction der Fette und die quantitative Bestimmung von Fettsäuren in Fetten. *Beiträge zur Anatomie und Physiologie für C. Ludwig.* Leipzig 1874.

[5] Cash, Ueber den Antheil des Magens und des Pankreas an der Verdauung des Fettes. *Arbeiten aus der physiologischen Anstalt zu Leipzig.* 1880; — Ogata, Die Zerlegung neutraler Fette im lebendigen Magen. *Arbeiten aus der physiologischen Anstalt zu Leipzig.* 1881.

[6] Cash, a. a. O.

[7] Munk, Zur Frage der Fettresorption. *Zeitschrift für physiologische Chemie.* Bd. IX.

lich, dass eine solche bestehen kann, da sie die Reaction im Dünndarm des Hundes vom Pylorus bis zum Blinddarm hin, auch direct auf der Schleimhaut sauer fanden, sowohl nach reiner Fettfütterung als nach Verabreichung von Fett und Fleisch. Ebenso giebt Heidenhain[1] zu, dass Emulsionen feinster Art sich im Darm nicht finden. Dem gegenüber werden in der That fette Säuren sowohl als Seifen resorbirt und offenbar in der Darmschleimhaut in Neutralglyceride umgewandelt. Nach Fütterung mit Seifen oder Fettsäuren erscheinen beim Hund nur sehr geringe Bruchtheile derselben im Koth wieder, so lange Fettsäuren mit niedrigem Schmelzpunkt genommen werden.[2] Der Gehalt des Chylus an Neutralglycerid ist bei diesen Versuchen sehr stark, der an fetten Säuren oder Seifen nur sehr wenig vermehrt. Für Stoffwechselversuche dienen Fettsäuren genau so als Sparmittel wie Neutralglyceride.[3] In welcher Form sie resorbirt werden, ob emulgirt oder in Lösung, darüber geben die vorliegenden chemischen Untersuchungen keinen Aufschluss. Doch ist allein schon die Thatsache, dass Fette in gelöster Form aufgenommen werden können, wie insbesondere Will bewiesen hat, histologisch von Werth. Eine Klarheit war trotzdem über den Modus der Fettresorption nicht geschaffen worden. Das bekennt auch Heidenhain[4] am Schlusse seiner Untersuchungen: „So ist man bezüglich des Eintritts des Fettes in die Epithelzellen darauf beschränkt zu sagen, dass die Galle ein wesentliches Beförderungsmittel derselben sei, theils weil sie (mit anderen Verdauungssäften) die Emulgirung des Fettes begünstigt, theils weil durch dieselbe die Oberfläche der Zellen für das Fett benetzbar wird, was natürlich die Aufnahme erleichtern muss. Mehr zu behaupten würde über die sichergestellten Erfahrungen hinausgehen.“

Es verdient hervorgehoben zu werden, dass die Autoren fast übereinstimmend angeben, in gewissen Theilen der Zelle (Cuticularsaum und Streifen unterhalb desselben) nie Fetttropfen gesehen zu haben.[5] Dieser

[1] Heidenhain, a. a. O.

[2] Radziejewski, Experimentelle Beiträge zur Fettresorption. Virchow's *Archiv*. Bd. XLIII; — Derselbe. Zusatz zu den experimentellen Beiträgen zur Fettresorption. Virchow's *Archiv*. Bd. LVI; — Fr. Müller, Ueber die Fettresorption. *Sitzungsberichte der Würzburger physikalisch-medicinischen Gesellschaft*. 1885.

[3] Munk, Die Resorption der Fettsäuren, ihre Schicksale und ihre Verwerthung im Organismus. *Verhandlungen der physiologischen Gesellschaft zu Berlin*. 1879. — Derselbe, Zur Kenntniss der Bedeutung des Fettes und seiner Componenten für den Stoffwechsel. Virchow's *Archiv*. Bd. LXXX; — Derselbe, Zur Lehre von der Resorption, Bildung und Ablagerung der Fette im Thierkörper. Virchow's *Archiv*. Bd. XCV.

[4] Heidenhain, a. a. O.

[5] Allen anderen negativen Beobachtungen steht eine einzige positive v. Basch's a. a. O. gegenüber; dieser Forscher giebt an, bei Kaninchen und Ratten in einem undeutlicher gestreiften Cuticularsaum Fetttropfen gesehen zu haben.

Befund wird von den Autoren meist im Sinne der corpusculären Resorption auf verschiedene Art zu erklären versucht, obwohl er mehr gegen eine solche zu sprechen scheint. Kölliker[1] hält die durchwandernden Fetttropfen für zu klein, als dass sie gesehen werden könnten; Eimer[2] meint, dass sie zu schnell durchtreten, oder dass sie bei der Praeparation aus dem Cuticularsaum ausgedrückt wurden.

Es bleibt ferner unverständlich, dass alle Versuche das Eindringen feinst vertheilter fester Körper, wie Farbstoff- oder Kohlepartikelchen in die Epithelzellen nachzuweisen, negative Resultate ergeben haben. Es scheint doch, als ob in dieser Fähigkeit feste auch noch so fein vertheilte Körper vom Darm her abzuwehren, eine specifische Eigenschaft der Darmepithelien zu suchen sei; denn sie ist jedenfalls nicht der Zelle als solcher eigen; man weiss, dass Amoeben, Leucocyten und andere Zellen des Organismus zahlreiche feste Körper in sich aufnehmen können. Dass die Darmepithelzelle fremde feste Körper nicht aufnimmt, dürfte ihrem Cuticularsaum zuzuschreiben sein und den Sinn haben, den Organismus vor zahlreichen schädlichen Körpern zu schützen. Jedenfalls trägt die Erfahrung, dass feste Körper nicht von den Darmepithelien aufgenommen werden, nicht zum Verständniss der corpusculären Resorption des Fettes bei.

Dass die Fettresorption noch kein klarer Vorgang ist, sieht man ferner daraus, dass von verschiedenen ausgezeichneten Forschern ganz verschiedene thatsächliche Befunde angegeben werden; Heidenhain nennt fünf Anschauungen über das Wesen der Fettresorption, die sämmtlich auf thatsächliche Beobachtungen begründet sind. Gegenüber den vielen Unklarheiten, welche die Frage von der Fettresorption heute noch aufweist, erschien es gerechtfertigt, dieselbe einer erneuten Prüfung zu unterziehen. Die principiell wichtigste Frage, ob das Fett gelöst oder corpusculär resorbirt wird, war hier in erster Linie in's Auge zu nehmen; war sie entschieden, so fand sich wohl auch der Schlüssel, der die mancherlei widersprechenden Angaben erklärlich machte. Es wurde zunächst vorzugsweise mit Fröschen gearbeitet. Zur Untersuchung gelangten sehr kleine Stücken des Froschdarms. Dieselben wurden in die Härtungsflüssigkeit gelegt, welche 1 Procent Ueberosmiumsäure und 2·5 Procent doppeltchromsaures Kali enthielt. In diesem Gemisch wurden die Darmstückchen 24 Stunden gehärtet, dann gut im Wasser ausgewaschen, nach einander in Alkohol, Alkohol-Xylol (1:3), Xylol, Xylolparaffin, Paraffin gebracht und in Paraffin eingebettet. Die Anwendung des Xylolalkohols ist deswegen von Werth, weil er das mit Osmium fixirte Fett in der Kälte nicht löst, im Gegensatz

[1] **Kölliker**, a. a. O.
[2] **Eimer**, *Biologisches Centralblatt* a. a. O.

zu anderen Stoffen, die sonst bei der Paraffineinbettung benutzt werden, wie z. B. Nelkenöl. Die in Xylolbalsam eingeschlossenen Schnitte dürfen nie erwärmt werden, weil dadurch eine Lösung des Osmiumfettes eintreten kann (diese Lösung kann nach einiger Zeit auch bei gewöhnlicher Temperatur eintreten). Am sichersten vermeidet man dieselbe, wenn man statt in Xylolbalsam, in Paraffinum liquidum einschliesst. Die genannten Methoden wurden mir als erprobt von Hrn. Professor Altmann für meine Untersuchungen an die Hand gegeben. Es wurden kräftige männliche und weibliche Exemplare von Rana esculenta und temporaria, die wenigstens 14 Tage gehungert hatten, mit 6—10 Tropfen Olivenöl oder süsser Sahne gefüttert, die Flüssigkeit wurde ihnen mit einer dünnen Glaspipette in den Oesophagus geblasen. Um nun verschiedene Stadien der Fettresorption zu bekommen, wurden die Thiere in verschiedenen Zeiträumen nach der Fütterung getödtet und immer Stücke des geöffneten oberen Dünndarms in die Härtungsflüssigkeit gelegt, die gleich weit vom Pylorus entfernt waren. An allen Fröschen, die untersucht wurden, Temporarien und Esculenten, Sommer- und Winterthieren, fand ich nie Fett zwischen den Epithelien frei oder in Leucocyten, dagegen lagen die Fettelemente, wenn sie, wie es meist der Fall war, überhaupt sichtbar waren, stets in den Epithelien.

Im Winter, wo Esculenten benutzt wurden, die lange gehungert hatten, fand sich Fett immer erst nach mehreren Fütterungen mit Sahne. Von den Winterfröschen wurden immer vier Esculenten zusammen gefüttert und diese Fütterung wurde täglich einmal wiederholt. Es wurde nun täglich einer der vier Frösche getödtet, aber erst beim dritten oder vierten wurde Fett in den Epithelien gefunden. In den folgenden Tagen stieg die Fettaufnahme mehr und mehr. Beim ersten und zweiten sah die Darmschleimhaut ganz wie im nüchternen Zustande aus.

Im Sommer begann die Fettresorption viel rascher. Zahlreiche verschiedene Versuchsreihen wurden nun angestellt, denn es zeigte sich bald, dass Zahl, Grösse und Anordnung der Fetttropfen je nach der Zeit, welche zwischen Fütterung und Tödtung der Frösche verging, sehr verschieden war. Abgesehen von den zeitlichen Differenzen sind die Resultate bei Sommer- und Winterfröschen genau dieselben.

Untersuchungen an Sommerthieren. Folgendes sind die Haupttypen. Tödtet man einen Frosch 1—2 Stunden nach der Fütterung, so sieht man am Darm gegenüber dem Darme des nüchternen Thieres weder makro- noch mikroscopische Unterschiede. Von der dritten Stunde an ist der Darm stärker geröthet, er erweitert sich um so mehr, je mehr Zeit seit der Fütterung verstrichen ist, die Wände werden schlaff. Der Darm einer Temporaria, die drei Stunden nach Oelfütterung getödtet wurde, ward nach der angegebenen Methode behandelt. Man sieht die Epithelien regelmässig

geformt und den Stäbchensaum breit, wohlerhalten. Zwischen Stäbchensaum und Kern liegen zahlreiche, theils graue, theils schwarze äussert feine Körnchen, ihre Färbung zeigt alle Uebergänge vom lichten Grau zu tiefstem Schwarz. Sie liegen nur innerhalb der Epithelien; Cuticularsaum, eine Zone unterhalb desselben, Intercellularsubstanz, Becherzellen sind völlig frei (Fig. 1). Lässt man die Frösche 4—8 Stunden verdauen, so sind die Cylinderepithelien wieder mit schwarzen Körnchen gefüllt (Figg. 2—6). Ein Theil derselben ist so fein, wie in Fig. 1, daneben finden sich aber auch bedeutend grössere mit deutlicher Kugelform. Die Grösse der Kugeln nimmt im Allgemeinen mit der Zeit zu, die seit der Fütterung vergangen ist; in Fig. 7, bei dem Frosch, der 24 Stunden nach der Fütterung getödtet ist, sind sie am grössten; jedenfalls kann man sagen: je weniger Zeit seit der Fütterung verstrichen ist, um so mehr kleine und kleinste Körnchen sind vorhanden. Die kleinen Tropfen zeigen dieselben Unterschiede in der Farbe, wie in Fig. 1. Sämmtliche Fettkörnchen nehmen den grössten Theil des Raumes zwischen Kern und Stäbchensaum ein; nur ein schmaler Streifen unterhalb des Cuticularsaumes bleibt frei. Man sieht auch unterhalb des Kerns in den Basaltheilen der Epithelien einzelne schwarze Körnchen liegen, alles wiederum nur in den Cylinderzellen. Eine regelmässige Anordnung der schwarzen Körnchen ist nur insofern zu sehen, als dieselben zuweilen in Reihen stehen, die parallel der Längsachse der Epithelien gehen; meist liegen grössere und kleinere Tropfen ziemlich regellos durcheinander. Zwischen Kern und Spitze der Zelle sieht man immer nur kleinere und kleinste Körnchen. Nach 24 Stunden haben die schwarzen Kugeln eine erhebliche Grösse erreicht, so dass überhaupt nur wenige in einer Zelle Platz haben (Figg. 6 und 7). Sie sind unförmlich geworden, beeinflussen sich gegenseitig in ihrer Gestalt und verändern die Form der Zelle. Man sieht jetzt nur noch äusserst wenige kleine Körnchen. Jetzt ist auch die Zone unterhalb des Cuticularsaumes nicht mehr frei, die grossen schwarzen Kugeln drängen sich an diesen heran (Figg. 8, 9).

Diese Bilder stellen Typen dar, wie man sie unter den verschiedensten Umständen immer wieder trifft (Esculenta, Temporaria, Fütterung mit Oel, Sahne, Leberthran, Schweinefett). Immer wächst die Grösse der Körner annähernd regelmässig mit der Fütterungszeit, ihre Zahl nimmt entsprechend ab.

Bei Winterfröschen waren die einzelnen Stadien, die man im Sommer mit Sicherheit experimentell herstellen konnte, wegen der langen Dauer der Resorption nicht regelmässig zu erhalten. Wie erwähnt, sah man hier nach 1—2 Tagen meist noch nichts. Fig. 4 stellt das Resorptionsbild einer Esculenta, welche vier Wintertage hintereinander mit Sahne gefüttert und drei Stunden nach der letzten Fütterung getödtet wurde, dar.

Man sieht, dass die Fettkugeln schon nicht mehr dem ersten Stadium der Resorption angehören aber auch weit entfernt sind von der Grösse, wie sie das Bild des 24 stündigen Sommerfrosches zeigt. Die Körnchen haben mittlere Grösse und sind untereinander ziemlich gleich, zeigen nicht die Verschiedenheiten, wie die Bilder der Sommerfrösche; sie liegen vorwiegend oberhalb des Kernes, lassen den Cuticularsaum und die Zone unterhalb desselben ganz frei.

Von Warmblütern wurden Katzen, Hunde, Ratten, Mäuse und Meerschweinchen untersucht.

Katzen hungerten, erhielten dann Sahne und wurden in verschiedenen Zeiten nachher, im Mittel nach drei Stunden, todtchloroformirt. Der Darm war stets in voller Fettresorption. Die Lymphgefässe der Darmserosa und des Mesenterium zeigten sich glänzend weiss, die Schleimhaut im oberen Dünndarm trocken, sammtartig mit zäher, weisse Masse belegt. Es wurden Stückchen der Schleimhaut herausgeschnitten und in der beschriebenen Weise behandelt. Man fand bei allen Katzen (es wurden im Ganzen zwölf verarbeitet) reichliche Füllung der Epithelien mit Fett.

Die Resorptionsbilder waren nicht gleichmässig verbreitet, sondern fanden sich mehr fleckenweise vertheilt. Z. B. resorbirten an einer Zotte nur wenige Zellen an deren Spitze, an einer zweite Zotte resorbirte überhaupt keine Zelle, an einer dritten alle Zellen. Zweifellos fand man, wie erwähnt, immer Fettkörnchen in den Epithelien, nie im Stäbchensaum; in der Zelle lagen sie oberhalb und unterhalb des Kerns und zu dessen Seiten. Wenn die Kerne gross waren, konnte dann sehr leicht, besonders bei Flachschnitten, der Anschein erweckt werden, als ob Fett zwischen den Zellen läge. Bei genauerer Betrachtung der Fettkörnchen mit Oelimmersion sah man nun, besonders in den früheren Stadien der Resorption, dass die Körnchen durchaus nicht gleichmässig schwarz waren, sondern dass ein grosser Theil derselben Ringelchen darstellt, welche in der Mitte hell sind und dunklen Rand haben. Diese Ringe, die zum Theil ausserordentlich klein sind, dann aber an Grösse zunehmen können, liegen untermischt mit homogenen schwarzen Körnchen. Zuerst konnte man denken, dass die Bilder wie die Ringe von frischen Fetttropfen durch die Wirkungen der Lichtbrechung zu Stande kommen. Das war leicht zurückzuweisen; man sah die Ringelchen hier bei vollem Beleuchtungskegel mit Abbé'schem Apparat ohne Blende bei den in Balsam liegenden Praeparaten. Ferner musste man an mangelhafte Osmiumwirkung denken. Dieses war aber auszuschliessen, da immer frisch bereitete, starke Osmiumsäurelösung und kleine Gewebestückchen benützt wurden, und weil sich das Bild bei manchen Thieren ganz beständig fand. Neben den kleinen Ringformen waren oft weit grössere Fetttropfen zu sehen, welche durchweg schwarz gefärbt waren; es konnte also eine mangelhafte

Osmiumwirkung nicht angenommen werden, die Bilder mussten als solche praeformirt sein.

Dieselben Bilder sind besonders schön bei saugenden Kätzchen zu finden (Fig. 8). Man sieht hier die erwähnten Ringe sehr dicht oberhalb des Kerns liegen; nach dem Cuticularsaum zu sind sie vereinzelt; dieser und eine unter ihm liegende Zone, sind davon frei. Beim Kätzchen sind diese Ringe in Form und Grösse gleichmässiger, als beim erwachsenen Thiere. Weiter findet man dasselbe Bild, und zwar in sehr praegnanter Form, bei Ratten. Sie wurden, nachdem sie gehungert hatten, mit Sahne gefüttert und vier Stunden nachher mit Chloroform getödtet. Der Darm ist dann makroscopisch in voller Fettresorption; mikroscopisch (Fig. 9) erscheint der Stäbchensaum frei, in der Umgebung des Kerns sind zahlreiche Ringelchen wie bei der Katze. Bei Meerschweinchen sind die Fettkörnchen in früheren Stadien so ausserordentlich klein, dass es nicht mit derselben Deutlichkeit, wie bei Katzen und Ratten zu entscheiden ist, welche Gestalt sie haben. Bei Hunden sind die Fettelemente ebenfalls ausserordentlich klein, doch sieht man bei ihnen ganz deutliche Ringe.

Fragen wir nun nach der Bedeutung der gewonnenen Bilder, so sind zunächst die primären Resorptionsstadien des Frosches in dem Aussehen ihrer Fettelemente analog denjenigen Bildern, welche man nach der Methode Altmann's durch Säurefuchsin erzeugen kann. Ein solches analoges Aussehen beweist allerdings nicht, dass die nach der Fettresorption sich mit Osmium schwärzenden Körnchen mit den rothen Körnchen identisch sind; jene konnten ebenso gut neu auftretende Gebilde sein, welche sich zwischen diesen bei der Resorption ablagern, und ein directer Nachweis der Identität etwa durch gleichzeitige rothe und schwarze Färbung stösst auf grosse Schwierigkeiten. Dafür giebt es aber mancherlei Anhaltspunkte, welche auf jene Identität hinweisen. Zunächst finden wir am Hungerdarm, wenn wir denselben mit der gleichen Methode untersuchen, dass wenigstens bei kleinem Beleuchtungskegel die Granula schon ungefärbt, wenn auch nur undeutlich erkennbar sind. Betrachten wir daneben ein primäres Stadium der Fettresorption, vielleicht ein solches, welches noch dem der Fig. 1 etwas vorausgeht, so kann man eine Aenderung des Bildes insofern constatiren, als von den blassen Körnchen des Hungerdarms eine Anzahl sich dunkler gefärbt hat. Diese Färbung zeigt alle Uebergänge vom schwachen Grau zum tiefen Schwarz, so dass kaum ein Zweifel sein kann, dass die schwarzen Körnchen aus farblosen hervorgehen. Was sollten aber die blassen Körnchen anders sein, als diejenigen, welche sich mit Säurefuchsin roth färben lassen. Direct resorbirte Elemente können jene blassen Körnchen nicht sein, es wäre wenigstens ganz unklar, was sie zu bedeuten hätten;

wenn sie aber der Zelle angehören, so sind dieselben Granula, selbst dann, wenn sie nicht mit dem durch Säurefuchsin färbbaren identisch wären; dies anzunehmen liegt aber wiederum kein Grund vor, denn die Uebereinstimmung der Bilder ist eine sehr weitgehende.

Jedenfalls scheinen mir diese Bilder zu beweisen, dass das Fett nicht als solches in Körnchenform in die Zellen geht, denn dann müssten alle Körnchen gleiche Dunkelfärbung zeigen, und jene feine Nüancirung der Uebergänge wäre undenkbar.

Dieser Umstand ist es, welcher wesentlich gegen eine corpusculäre Resorption des Fettes spricht, während derselbe Umstand sich leicht erklären lässt, sobald wir die Fettanhäufung in den Granulis selbst vor sich gehen lassen. Es wird zunächst und im Anfange nur eine sehr geringe Fettmenge in der granularen Substanz angehäuft werden, die letztere wird dann noch mit ihrer Masse überwiegen und dadurch die Intensität der Osmiumschwärzung abschwächen: diese Abschwächung der Farbe muss nach dem Grade der Verdünnung verschiedene Nüancen zeigen.

Es erscheint von hohem Werth, dass O. Schultze in seiner Abhandlung über „die vitale Methylenblaureaction der Zellgranula“ ganz dieselben Beobachtungen und Folgerungen ohne Fett mit Hilfe der Resorption einer dem Körper ganz fremdartigen Substanz, dem Methylenblau angestellt hat. Indem er lebende Frosch- oder Tritonlarven verschiedener Grösse in sehr verdünnte wässrige Lösungen von Methylenblau (1:100000 — 1000000) brachte, überzeugte er sich meist schon nach 24 Stunden von der eingetretenen Färbung der Granula. Er sagt darüber: „Gerade diese Zeit der beginnenden Reaction ist, wie ich nach häufiger Prüfung versichern kann, sehr wohl geeignet zu beweisen, dass nicht etwa von den Zellkörpern der Farbstoff in Körnchenform aus der dünnen Lösung aufgespeichert wird, dass vielmehr die sonst mir schwer sichtbaren Granula den Farbstoff aufnehmen. Man findet nämlich an passenden, schon makroskopisch wahrnehmbaren Stellen alle Uebergangsformen von den blossen ungefärbten Granulis bis zu denen von tiefblauer Farbe. Nebenbei sei erwähnt, dass es häufiger Untersuchung der Granula im ungefärbten frischen Zustande unter Benutzung starker Systeme bedarf, bis das Auge sich daran gewöhnt, das typische Aussehen der übrigens bekanntlich nicht in allen Zellen gleich deutlich erkennbaren Granula von anderen Theilen des Zellkörpers zu unterscheiden.“ Weiterhin sagt Schultze: „Je länger die Larven in der Lösung verweilen, um so mehr nehmen die Granula durch gesteigerte Farbstoffanspeicherung an Grösse zu, sie quellen mehr und mehr und können dann mit einander verschmelzen, so dass z. B. im Darmepithel, wo die Reaction stets am prägnantesten hervortritt, schliesslich der ganze Zellkörper von blauen Körnerballen angefüllt sein kann, während der Kern

immer noch ungefärbt ist. Am Schluss seiner Darstellung sagt Schultze: „Schliesslich möchte ich noch die Gründe zusammenstellen, welche mich zu der Annahme bestimmen, dass hier keine einfache Farbstoffauflösung, sondern eine Färbung vorgebildeter Elemente des Zellkörpers vorliegt.

1. An geeigneten Stellen finden sich alle Uebergänge von ungefärbten zu gefärbten Granulis.

2. Die Granula stimmen völlig überein mit den in ihrer allgemeinen Verbreitung nachgewiesenen Körnern, wovon ich mich an den von Altmann seinen Studien beigegebenen und von mir gefärbten Praeparaten überzeugte.

3. Behandelt man die im lebenden Thier gefärbten Granula mit Wasser oder verdünnter Essigsäure, so bleiben, wenn man die Einwirkung direct beobachtet, nach der Entfärbung zuerst ganz blasse Stromata zurück, die weiterhin schnell unsichtbar werden.

Es liegt sonach hier eine vitale Reaction der sogenannten Bioblasten vor; die Verwandtschaft dieser Gebilde zu dem Methylenblau zeichnet sie als einzige Elementartheile vor allen übrigen Gewebselementen des Amphibienkörpers in bestimmter Weise aus.“ Diese Auslassungen Schultze's sind für uns deshalb von Werth, weil sie, von einem ganz anderen Material ausgehend, dennoch zu gleichen Bildern und Folgerungen geführt haben, wie sie sich bei der Resorption des Fettes ergeben. Noch klarer wurde das Verhältniss dadurch, dass wir, wie bei den Säugethieren erwähnt ist, den primären Fettansatz in den Zellen als dünnen Kegelmantel um die Granula antrafen. Es ist mir an sehr frühen Studien der Fettresorption der Ratte gelungen, innerhalb des durch Osmium geschwärzten Kegelmantels durch die specifische Färbung mit Säurefuchsin Granulasubstanz nachzuweisen, so dass die schon an und für sich wahrscheinliche Auffassung der Ringe als Granula dadurch noch des weiteren gestützt wird. Warum in dem einen Fall das Granulum nur an seiner Peripherie, im anderen aber durch seine ganze Substanz hindurch das Fett synthetisch assimilirt, darüber weiss ich nichts zu sagen.

Diese doppelte Art des Assimilationsbildes an den Granulis ist auch sonst im Organismus weit verbreitet, wie dieses von Metzner[1] besonders an der Leber des Hühnchenfötus, von Altmann[2] an Fett secernirenden Drüsen, besonders aus der Inguinalfalte des Kaninchens und neben dem After des Meerschweinchens gefunden ist. Auch hier konnten zum Theil Residuen von sich specifisch färbender Granulasubstanz innerhalb des Os-

[1] Metzner, Ueber die Beziehungen der Granula zum Fettansatz. *Dies Archiv.* 1890.

[2] Altmann, Ueber die Fettumsetzungen im Organismus. *Dies Archiv.* 1889.

mium geschwärzten Kugelmantels nachgewiesen werden. Auch von ihnen wurde die allmähliche Zunahme der mit Fett sich beladenden Granula in Bezug auf ihre Osmiumschwärzung und Grösse sowohl an den Vollkörnern als auch an den Ringelchen beobachtet, so dass wir es hier augenscheinlich mit typischen, weit verbreiteten Vorgängen an den Granulis zu thun haben und die von mir im Darmepithel bei der Fettresorption beobachteten Bilder demnach nicht vereinzelt dastehen. Für die Beweisführung, dass das Fett im Darm nicht in corpusculärer Form, sondern gelöst resorbirt und durch die synthetische Energie der Granula assimilirt werde, sind die vielseitigen Beobachtungen von erheblichem Werthe. Am schwierigsten war es, ein Verständniss für die Entstehung der grossen Fettkugeln zu gewinnen und ich verweise in dieser Beziehung auf die von Altmann[1] auf Grund allgemeiner Erfahrung gegebenen Auseinandersetzungen.

Nach allen morphologischen Beobachtungen lässt sich also annehmen, dass das Fett nicht corpusculär, sondern gelöst resorbirt werde; die hier dem Verständniss der chemischen Vorgänge sich darbietenden Schwierigkeiten dürften sich wohl erledigen, wenn man den von Altmann an dem genannten Orte gegebenen Auffassungen folgt.

Ueber eine Versuchsreihe möchte ich noch berichten, die darauf hinzielte, die Annahme der corpusculären Resorption des Fettes im Darm auf mikroskopische Beobachtung hin auszuschliessen oder zu bestätigen. Es wurde eine Anzahl Exemplare von Triton taeniatus nach längerer Hungerzeit mit Sahne gefüttert und in verschiedenen Zeitabständen getödtet. Die Thiere wurden todtchloroformirt und die Eingeweide im ganzen in ihrer Lage in die Osmiummischung gebracht. Die geringe Dicke des Darms lies *a priori* ein gutes Durchdringen des Gesammtdarms mit der Fixirungsflüssigkeit annehmen; peristaltische Bewegungen und Contractionen der Darmwand waren bei Praeparation nnd Uebertragung der Eingeweide nicht sichtbar. So war einigermassen die Wahrscheinlichkeit vorhanden, dass Darmwände und Darminhalt in den natürlichen Lagerungsverhältnissen erhalten blieben. Auf Querschnitten durch den Gesammtdarm zeigte sich nun, dass oberhalb des Cuticularsaumes nicht ähnliche Fettelemente vorhanden waren, wie innerhalb der Zelle, ja dass die gefütterte Sahne im Darmlumen meist eine zusammenhängende Fettmasse bildete. Es wurde also auch hier das von Cash und Munk angegebene Fehlen eines zur Resorption geeigneten Emulsion im Darmlumen bestätigt und gleichzeitig durch die Art der Praeparation das Uebersehen von an den Epithelzellen liegenden resorbirbaren Körnchen ausgeschlossen.

[1] Altmann, a. a. O.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. VI.)

Fig. 1. Rana temporaria, Sommerthier, 3 Stunden nach Fütterung mit Olivenöl.
Fig. 2. Rana temporaria, Sommerthier, 5 Stunden nach Fütterung mit Olivenöl.
Fig. 3. Rana temporaria, Sommerthier, 5 Stunden nach Fütterung mit Olivenöl.
Fig. 4. Rana esculenta, Winterthier, am 4. Tage nach Fütterung mit Sahne.
Fig. 5. Rana temporaria, Sommerthier, 8 Stunden nach Fütterung mit Olivenöl.
Fig. 6. Rana temporaria, Sommerthier, 16 Stunden nach Fütterung mit Olivenöl.
Fig. 7. Rana temporaria, Sommerthier, 24 Stunden nach Fütterung mit Sahne.
Fig. 8. Saugende Katze, 3 Stunden nach Fütterung mit Sahne.
Fig. 9. Ratte, 3 Stunden nach Fütterung mit Sahne.

Die Vergrösserung der Bilder ist ca. 700 fach.

Notiz über vitale Reaction der Zellgranula nach subcutaner Methylenblauinjection.

Von

Heinrich Kühn.

Es sei mir im Folgenden verstattet, über eine Versuchsreihe, welche ich unter Leitung des Hrn. Professor Altmann angestellt habe, kurz zu referiren. Dieselbe sollte auf anderem Wege die von O. Schultze[1] bereits früher gemachten Beobachtungen über die Affinität der lebenden Bioblasten zum Methylenblau bestätigen.

Genannter Autor erzielte dadurch, dass er Frosch- und Tritonenlarven in sehr verdünnten Lösungen von Methylenblau längere Zeit lebend erhielt, sowie an erwachsenen Thieren durch Einführung der Farbe in den Darmcanal eine vitale Reaction mancher Zellengranula in vielen Organen.

Ich benutzte nun einen anderen Weg zur Applikation des Farbstoffes, den der subcutanen Injection in die grossen Rückenlymphsäcke des erwachsenen Frosches. Hierbei vertragen die Thiere selbst grosse Dosen (bis 3^{ccm} concentrirter Lösung) verhältnissmässig sehr gut. Um jede giftige Wirkung von etwa noch vorhandenen Fremdkörpern zu vermeiden, reinigte ich das von Dr. Grübler in Leipzig bezogene einfach rektificirte Praeparat noch dadurch, dass ich eine 2·5 procentige wässerige Lösung (90^{ccm}) warm mit reiner concentrirter Salzsäure (10^{ccm}) versetzte und in der Kälte auskrystallisiren liess.

Die an 25 kräftigen Exemplaren der Rana esculenta nach einander angestellten Versuche ergaben nun folgende Resultate. Es zeigte sich am lebenden Thier schon nach wenigen Stunden eine intensive Bläuung des Gaumens, der Zunge und der Membrana nictitans, deren Intensität mit der Menge des injicirten Farbstoffes zunahm; vor allem aber war stets die Epidermis des Rückens tiefblau, fast schwarz tingirt. Die mikroskopische

---

[1] O. Schultze, Die vitale Methylenblaureaction der Zellgranula. *Anatomischer Anzeiger*. 1887. Nr. 22.

Untersuchung ergiebt zu dieser Zeit keine Differenzierung der Granula durch Methylenblau. Um diesen Effect zu erreichen, muss man den Farbstoffvorrath im Lymphsack längere Zeit unterhalten; man kann entweder alle zwölf Stunden eine neue Spritze geben, da kräftige Exemplare ungefähr in dieser Zeit den in 1^{ccm} Flüssigkeit gelösten Farbstoff in ihren Körper aufnehmen, oder gleich beim ersten Male 2 bis 3 Spritzen appliciren: die Widerstandsfähigkeit der Thiere scheint in beiden Fällen eine gleiche zu sein.

Meist ist nun nach 1 bis $1^1/_2$ Tagen der Zustand des Thieres durch die Aufnahme des Farbstoffes ein auffallend krankhafter geworden. Gerade diese Zeit ist zur Untersuchung geeignet.

Bei Eröffnung des getödteten Thieres finden wir an den inneren Organen zunächst makroskopisch keine Färbung; diese wird jedoch in wenigen Secunden durch den Sauerstoffzutritt der Luft[1] hervorgerufen und scheint ihren Höhepunkt in 5 bis 10 Minuten zu erreichen. In dieser Zeit ist sie ausserordentlich intensiv geworden, sämmtliche Organe sind gebläut. besonders aber die Leber und die Nieren. Eine sofort am in Kochsalz angefertigten Zupfpraeparat mittels starker Oellinse und mit Beleuchtungsapparat ohne Blende vorgenommene Untersuchung ergiebt nun:

In den Nieren sind stets die Granula des Epithels der Harncanälchen in prachtvollster Weise gefärbt; manche Stellen bleiben auffallender Weise farblos.

Es stimmt diese letztere Thatsache mit den von Schultze gemachten Beobachtungen überein. Die Zellkerne sind im Anfang der Beobachtung stets ungefärbt; ebenso sind es die Glomeruli mit ihren Blutkörperchen; an letzteren wurde nur einmal, jedenfalls in Folge postmortaler Einwirkung, der Kern tingirt gefunden. Schon nach wenigen Minuten wird die vom Sauerstoffzutritt abgeschlossene Mitte des unter dem Deckglas befindlichen Objectes fast farblos.

In der Leber finden sich selten gefärbte Granula und dann nur, wenn eine Ueberhäufung der in der Niere befindlichen zu beobachten war. Dagegen zeigen die rothen Blutkörperchen in der Leber häufig insgesammt Kernfärbung und führen oft Körnchen von Methylenblau in ihrem Protoplasma mit sich, ein Befund, den auch O. Schultze machte.

Eine Färbung von Fettpartikelchen konnte selbst in ausgeprägten Fettlebern und bei vorhandener Granulareaction nicht wahrgenommen werden; den Beweis hierfür lieferte der Vergleich mit Osmiumpraeparaten.

[1] Vergl. P. Ehrlich, Ueber die Methylenblaureaction der lebenden Nervensubstanz. *Deutsche Medicinische Wochenschrift.* 1886. Nr. 4. Separatabdruck S. 11; — C. Arnstein, Die Methylenblaufärbung als histologische Methode. *Anatomischer Anzeiger.* 1887. Nr. 17. S. 551 und 554.



Im Darmepithel konnte eine Granulareaction bisher noch nicht beobachtet werden; in der Muscularis zeigten sich mitunter einzelne Körnchen, und die Lymphgefässe waren in einem Falle mit Methylenblaukörnchen dicht erfüllt. Intensiv gefärbte Wanderzellen wurden in den Praeparaten häufig beobachtet.

Es ist demnach vor allen Dingen die Niere, in der man nach der angegebenen Methode mit Sicherheit am frischen Praeparat eine prägnante Reaction der lebenden Granula findet. Es sei noch bemerkt, dass eine schnelle Praeparation sich nöthig macht, da das Bild sonst häufig durch eintretende diffuse Färbung undeutlich gemacht wird oder ganz verschwindet; im uneröffneten Thier hält sich dagegen die charakteristische Granulafärbung längere Zeit nach dem Tode, wohl deshalb, weil unter diesen Umständen die Luft nicht zudringen kann.

Leider sind bisher alle Versuche, die Objecte zu conserviren und für die Bearbeitung mit dem Mikrotom geeignet zu machen, misslungen. Auch die von C. Arnstein angegebene Methode der Fixirung des Methylenblaues mit pikrinsaurem Ammoniak oder Hoyerschem Pikrokarmin erwies sich bei dieser Praeparation als erfolglos. Gerade dieses Verhalten dürfte einen Schluss auf die eigenthümliche Bildung des Methylenblaues in den Granulis im Gegensatz zu der bekannten Nervenfärbung gestatten. Die in Chrom- oder Pikrinsäure fixirten und in Aether absolutus ohne Alkohol entwässerten Praeparate zeigten jedoch ein auffallendes Verhalten insofern, als sich in ihnen ausser vielen grossen, überall zerstreuten Krystallbildungen von Methylenblau, die durch Wasser entfernt werden können., noch fest fixirte, kleine stäbchenförmige Gebilde um den Zellkern gruppirt vorfanden. Bei der Kleinheit dieser Elemente ist eine Controle und eine Differenzialdiagnose mit Methylenblaukrystallen unmöglich; doch spricht gegen letztere Auffassung ihre Unlöslichkeit im Wasser.

Beiträge zur Kenntniss der vitalen Methylenblaufärbung des Nervengewebes.

Von

Dr. B. Feist.

(Aus dem anatomischen Institut zu Strassburg.)

(Hierzu Taf. VII u. VIII.)

Einleitung.

Die interessanten Beobachtungen, die Ehrlich[1] mit seiner Methylenblaureaction machte und über die er in seiner vorläufigen Publication berichtete, sind seither von mehreren Forschern bestätigt und erweitert worden. Die vorzüglichen Resultate, die die neue Methode ergeben soll, veranlassten mich, diese näher kennen zu lernen.

Die grosse Mehrzahl meiner Untersuchungen nahm ich am Frosch vor, an dem ja fast alle Forscher bisher ihre ersten Erfahrungen über die neue Farbenreaction sammelten.

Bisher hat man den Fröschen die Methylenblaulösung in die Vena cutanea magna eingeführt. Die Schwierigkeiten und den Zeitverlust, ohne welche die intravenöse Injection des Farbstoffs an diesen Thieren sich nicht vornehmen lässt, suchte ich durch Einspritzen der Farbstofflösung in den Rückenlymphsack zu umgehen und, wie sich alsbald ergab, mit glücklichem Erfolg, denn die so erzielten Resultate der Nervenfärbung standen denen, wie sie die intravenöse Injection ergab, in keiner Weise nach. Auch Anna Kotlarewsky[2] hat bei ihren Untersuchungen diesen Weg eingeschlagen.

Um zu vermeiden, dass bei den lebhaften Bewegungen der Thiere die Färbeflüssigkeit aus der Einstichöffnung zum Theil wieder ausfliesst, durch-

[1] *Deutsche medicinische Wochenschrift.* 1886. Nr. 4.

[2] *Inaugural-Dissertation.* Bern 1887.

stach ich mit der Canüle der Injectionsspritze die Beugepartie der Oberschenkelmuskulatur an einem Beine des an beiden Unterschenkeln schwebend gehaltenen Frosches schräg von unten nach oben und dirigirte die Spitze der Nadel unter die Rückenhaut des Thieres. Der grosse Nachtheil der neuen Methode, der in dem schnellen Verblassen der Färbung besteht, ist durch die Entdeckungen Smirnow's[1] beseitigt, der uns in der Jodjodkaliumlösung und im Hoyer'schen Pikrokarmin zwei vorzügliche Mittel an die Hand gab, um die Methylenblaufärbung zu fixiren. Zwar tritt das Verblassen bei Fröschen und wahrscheinlich auch den anderen Kaltblütern nicht so schnell ein wie beim Kaninchen und anderen Warmblütern, ist aber auch hier für das Zeichnen der Praeparate oft genug sehr störend.

Die Unbeständigkeit der Jodpraeparate und die lange Dauer ihrer Anfertigung, welch letztere durch das stundenlange, vielen Praeparaten schädliche Entwässern bedingt wird, liessen mir das Hoyer'sche Pikrokarmin als vortheilhafter erscheinen, und nachdem ich mich beider Verfahren längere Zeit hindurch nebeneinander bedient hatte, wandte ich schliesslich nur noch das Pikrokarmin als Fixirungsmittel an.

Dem Missstande, dass dieses bei kleinzelligem Gewebe durch Kernfärbung störend wirkt, kann man durch Verdünnung mit Wasser genügend abhelfen, ohne dass seine Wirkung auf die durch das Methylenblau gefärbten Theile dadurch aufgehoben oder geschädigt wird. So gelang es mir, am Sympathicus eine vollständige, jetzt seit Monaten bestehende Fixation der von Ehrlich auf den Ganglienzellen beschriebenen Oberflächennetze zu erzielen, wobei die Kerne der Zellen gar nicht oder nur schwach rosa gefärbt wurden.

Wo und wenn das Hoyer'sche Pikrokarmin nur kurze Zeit auf die Methylenblaufärbung einwirkt, bleibt die blaue Farbe derselben so gut wie unverändert, bei langer Einwirkung dagegen geht sie in einen burgunderrothen oder rothbraunen Farbenton über. Die Pikrokarminpraeparate halten sich, soweit meine bisherige Erfahrung reicht, mehrere Monate in Glycerin, ohne irgend welche Veränderung zu erleiden. Die Cautelen, die bei der Pikrokarminfixation und dem Einlegen in Glycerin zu beobachten sind, werden weiter unten genauer angegeben.

Was die Bedingungen zum Zustandekommen der Methylenblaufärbung der Nervenfasern anbelangt, so hat Ehrlich[2] Sauerstoffreichthum und alkalische Reaction in den sich färbenden Geweben in den Vordergrund gestellt. Aronson,[3] der unter Ehrlich's Leitung gearbeitet hat, führt

---

[1] *Anatomischer Anzeiger*, 1887, in Arnstein's beiden Aufsätzen.

[2] A. a. O.

[3] *Inaugural-Dissertation*. Berlin 1886.

dessen Ansichten weiter aus und sagt: „Während des Lebens sind die Nerven so gut mit Sauerstoff versorgt, dass sie das von ihnen aufgenommene Methylenblau nicht zu reduciren vermögen.“ Durch Reduction wird das Methylenblau in Leucomethylenblau übergeführt und verliert seine Farbe. „Nach dem Tode des Thieres — fährt er fort — werden die Nerven wie fast alle übrigen blaugefärbten Elemente farblos, d. h. nachdem die Zufuhr der natürlichen O-Spender aufgehört hat, wachsen die O-anziehenden chemischen Affinitäten des Protoplasmas derart, dass sie den O jetzt dem Methylenblau zu entziehen im Stande sind. Jedoch nehmen die farblosen Gewebe, in specie die Nerven wenn sie — zumal in dünnen Schichten — der Luft ausgesetzt werden, ihre ursprünglich blaue Farbe wieder an, was in der Eigenschaft unseres blauen Farbstoffes begründet ist.“ Er nennt diesen Vorgang den Process der secundären Oxydation.

Besonders meine Untersuchungen an den grossen Nervenstämmen des Lumbarplexus der Frösche stimmen mit diesen Beobachtungen und Schlüssen nicht überein.

Ich konnte mich hier überzeugen, dass die Färbung in vielen Fällen erst eintritt, wenn die Nerven dem Zutritt der Luft ausgesetzt werden. An vielen Controlversuchen konnte ich sehen, dass diese Färbung keine secundäre Oxydation war, und somit ist der Einwand, dass diese Nerven schon einmal gefärbt gewesen seien, und dass durch Mangel an Sauerstoff schon intra vitam oder beim Absterben die Färbung reducirt worden sei, nicht zutreffend. Die Controlversuche bestanden darin, dass ich vor der Injection den Lumbarplexus vom Bauch aus freilegte und gleich wieder mit den Därmen bedeckte. Nach erfolgter Injection lüftete ich von Zeit zu Zeit ganz rasch die Eingeweide und konnte mich in den meisten Fällen von dem Ausbleiben einer Färbung überzeugen. Erst wenn eine geraume Zeit verflossen war — eine halbe bis eine ganze Stunde —, trat bei freiem Liegen der Nervenstämme an der Luft die Färbung auf; ohne diese directe Einwirkung des Sauerstoffs der Luft kommt in den meisten Fällen keine Färbung zu Stande. Sehr häufig sieht man, dass die Blaufärbung der blossgelegten Nerven erst mit der eintretenden Lähmung der Motilität und Sensibilität in den Beinen erfolgt.

Hieraus geht wenigstens für die grossen Nervenstämme hervor, dass alle diejenigen, welche überhaupt die Fähigkeit haben, sich an der Luft zu färben, das Methylenblau in reducirtem Zustande enthalten müssen und zwar schon zu einer Zeit, wo sie ihren Functionen noch genügend vorstehen.

Eine Zufuhr von Farbstoff durch Diffusion aus den umgebenden Geweben während des Liegens an der Luft kommt hier nicht in Betracht, da die Färbungsverhältnisse dieselben sind, wenn man die Nerven heraus-

schneidet und in einem Uhrglase, in dem sie durch Zusatz von ganz wenig physiologische Kochsalzlösung vor dem Austrocknen bewahrt werden, beobachtet.

Der alleinige Reichthum an Sauerstoff genügt nicht, um die Fasern das Methylenblau in reducirter oder oxydirter Form aufnehmen zu lassen, sondern sie müssen vorher chemische oder physikalische Veränderungen erlitten haben, die höchst wahrscheinlich mit denen des Absterbens identisch sind.

Ebensowenig wie der Sauerstoffreichthum genügt das Absterben für sich allein zum Zustandekommen der Färbung, denn bei Fröschen, die nach der Injection mehrere Tage todt im Wasser gelegen hatten, sah ich bei Eröffnung der Bauchhöhle den Lumbarplexus ganz weiss und erst sich an der Luft färben.

Ich habe bei all diesen Beobachtungen, wo nöthig, stets das Perineurium entfernt, um von dessen Färbung nicht getäuscht zu werden, die nicht selten schon vor dem Zutritt der Luft eingetreten ist.

In den relativ seltenen Fällen, in denen sich die Nervenstämme bei ihrem Blosslegen schön gefärbt erweisen, tritt nach dem Tode des Thieres keine Entfärbung ein, auch wenn man durch sofortiges Bedecken der Nerven mit dem Inhalt der Bauchhöhle die Unterhaltung dieser Färbung durch den Zutritt von Luftsauerstoff verhindert. Diese Beobachtung steht in direktem Widerspruch mit Aronson's Behauptung.

Da ich glaubte, dass Aronson durch Versuche an Warmblütern zu seinen Beobachtungen gelangt sei, injicirte ich mit dem Farbstoff auch Meerschweinchen, denen ich eine ziemlich dicke Canüle nach Eröffnung des Thorax des lebenden Thieres vom linken Ventrikel aus in die Aorta einband. Es war bei dieser Versuchsanordnung leicht zu constatiren, wie sich die Nn. intercostales nach dem Tode des Thieres zu färben begannen und dass mehrere Stunden später bei Eröffnung der Bauchhöhle die Ganglien sich sogleich blaugefärbt präsentirten, ebenso wie zahlreiche Nervenfasern im Mesenterium.

Nach Aronson könnte ein solches Verhalten nur durch secundäre Oxydation entstehen.

Ich halte es auf Grund meiner Beobachtungen für sichergestellt, dass die Reduction des Methylenblau beim Absterben des gefärbten Nervengewebes zum mindestens nicht als ein regelmässiges, auf der Natur des Farbstoffes und des Protoplasmas beruhendes Phaenomen auftritt.

Der Hauptgrund, der mich zwingt, die Methylenblauaufnahme — wenigstens für eine Anzahl der Fälle — als Absterbe-Erscheinung aufzufassen, ist der, dass in einem ganz frisch herausgenommenen und mikroskopisch untersuchten Nervenstamme oder Sympathicus sehr oft nur einige

wenige Fasern, bez. Ganglienzellen eine Reaction auf das Methylenblau zeigen, während alle anderen ungefärbt sind, und zwar findet man solche einzelne Färbungen oft bei noch sehr lebhaften Thieren, so dass die Annahme, dass die ungefärbten Fasern oder Zellen die abgestorbenen oder absterbenden seien, sehr wenig Wahrscheinliches hat.

Die unten folgende Beschreibung der einzelnen Arten der Färbung in den Nervenfasern des Lumbarplexus wird meine Auffassung von dem Zustandekommen der Methylenblaureaction noch weiter stützen, ebenso die Färbungsarten in den Ganglienzellen des Sympathicus und in den rothen Blutkörperchen.

Ich bin weit entfernt, meine Ansicht über die Bedingungen der Methylenblaureaction zu verallgemeinern. Nur das muss ich betonen, dass die Ehrlich'schen Bedingungen nicht für alle Fälle zur Erklärung ausreichen.

Am interessantesten und lehrreichsten sind die Befunde an den rothen Blutkörperchen, an welchen die Absterbeerscheinungen, ohne stark fortgeschritten zu sein, einen morphologischen Ausdruck gewinnen. Hier sind es ganz besonders die lädirten oder absterbenden Blutkörperchen, welche eine Reaction auf den Farbstoff erkennen lassen. An den Nervenfasern und den meisten anderen Geweben entbehrt sogar ein völliges Erlöschen der Function einer bisher nachweisbaren Alteration des morphologischen Charakters. So können die Fasern eines Nervenstammes von einem seit Tagen todten Thiere noch genau so aussehen, bei mikroskopischer Betrachtung, wie die lebenden functionirenden Nervenfasern der Froschlunge bei der Holmgren'schen[1] Versuchsanordnung.

Ich nahm zu den Injectionen stets concentrirte Lösungen des Methylenblau in physiologischer Kochsalzlösung, da nur bei dieser Art der Lösung annähernd genau zu bestimmen ist, wie viel des Farbstoffes man den Thieren einverleibt. Ich bekam nämlich von Hrn. Dr. Grübler in Leipzig zu verschiedenen Zeiten verschiedene Qualitäten von Methylenblau, die sehr wesentliche Differenzen in ihrer Löslichkeit zeigten.

Die Nervenstämme des Lumbarplexus des Frosches.

Zur Untersuchung der Nervenstämme hinsichtlich ihres Verhaltens gegen das Methylenblau benutzte ich die langen Nerven des Lumbarplexus wegen ihrer leichten Erreichbarkeit und der geringen Menge des sie um-

---

[1] Holmgren, *Methode zur Beobachtung des Kreislaufes in der Froschlunge.* Leipzig 1871; — Ranvier, *Leçons d'histologie du système nerveux.* t. I. p. 96 f.



hüllenden Bindegewebes. Bisher war es nur gelungen, in kleinen Nervenästchen und Nervenendigungen die Methylenblaureaction nachzuweisen.

Ich injicirte den Fröschen 3 bis 4 cbcm der concentrirten Methylenblaulösung in den Rückenlymphsack; eine bis zwei Stunden darauf legte ich die genannten Nervenstämme von der Bauchseite aus frei und konnte bei circa der Hälfte der Thiere bemerken, dass die Nerven sich an der Luft im Verlaufe weniger Minuten bläuten. Der Farbenton geht ziemlich schnell in's Tiefblaue über, nur selten waren — wie oben schon erwähnt — die Nerven schon bei Eröffnung der Bauchhöhle gefärbt.

Eine regelmässige Beziehung zwischen der Lebhaftigkeit der Thiere, bevor man sie tödtet, und dem Eintritt der Färbung nach ihrer Tödtung besteht nicht. So sah ich bei nur noch sehr schwach sich bewegenden oder durch die toxische Wirkung des Methylenblau bereits gestorbenen Thieren die Färbung oft genug ausbleiben, andererseits trat sie oft bei sehr munter sich bewegenden Fröschen nach deren Tödtung sehr schnell und intensiv ein. Das umgekehrte Verhalten konnte ich aber auch oft constatiren, jedoch im Allgemeinen darf man annehmen, dass je lebhafter das Thier bei seiner Tödtung ist, um so geringer die Aussichten auf eine gute Färbung der blossgelegten Nerven des Lumbarplexus sind.

Man kann sich an mit der Scheere gemachten Querschnitten durch die sich bläuenden Nervenstämme leicht makroskopisch überzeugen, dass die Färbung von der Peripherie zum Centrum des Querschnittes vorschreitet.

Mitunter färben sich die Nervenstämme ungleichmässig, so dass der Länge nach ein intensiv gefärbtes Stück mit einem ungefärbten abwechselt, obwohl der ganze Stamm gleichmässig der Luft ausgesetzt ist.

Untersucht man ein herausgeschnittenes blaues Nervenstück unter dem Mikroskop, so sieht man eine reichliche Färbung der Bindegewebezellen des Perineurium, die sehr bizarre Figuren, oft mit langen anastomosirenden Ausläufern, darstellen. Die Färbung des Perineurium allein genügt aber nicht, um den Nervenstamm dunkelblau erscheinen zu lassen.

Die Färbung der Nervenfaser zeigt verschiedene Typen, die so wechselnd an Zahl und an Vorkommen in den einzelnen Stämmen und bei den einzelnen Individuen sind, dass ich zuerst ein Bild eines gefärbten Nervenstammes entwerfen will, wie es nach meinen Erfahrungen am häufigsten zur Beobachtung gelangt.

Ein Stück eines blauen Nervenstammes wird auf dem Objectträger mittels Nadeln in 3 bis 4 Längsbündel zerlegt und nach Zusatz eines Tropfens physiologischer Kochsalzlösung mit dem Deckgläschen bedeckt.

Die Betrachtung ergibt folgendes an den Fasern, welche durch das Zupfen in keiner Weise gelitten haben und völlig normale Contouren zeigen.

1. Ein Theil der Fasern hat sich nicht gefärbt.

2. Ein zweiter Theil zeigt eine diffuse Blaufärbung des Axencylinders ohne irgend welche Differenzirung in diesem. Die Markscheide ist völlig ungefärbt.

3. Ein dritter Theil zeigt ebenfalls eine Färbung des ganzen Axencylinders, inmitten desselben aber ein sehr scharf begrenztes, durch dunklere Farbe ausgezeichnetes blaues Band. Dieses läuft ziemlich genau in der Mitte der Faser und nimmt ungefähr $^1/_4$ bis $^1/_3$ des optischen Durchschnittes des Axencylinders ein. Nicht selten verläuft es in Schlängelungen und legt sich mitunter der inneren Contour der Markscheide an. Vielfach zeigt das Band neben den Schlängelungen Varicositäten. Es gelang mir, diese mittels Quetschen von Fasern dieser Categorie durch einen starken auf das Deckgläschen ausgeübten Druck willkürlich hervorzubringen, ohne die Markcontouren in irgend einer Art zu alteriren. Die Varicositäten sind mitunter stellenweise so breit, dass sie den ganzen Raum zwischen den inneren Markcontouren einnehmen.

Das centrale Band will ich der Kürze halber als Centralfaden bezeichnen und ihm den übrigen Theil des Axencylinders als periphere Axencylindersubstanz oder peripheren Axencylinder gegenüberstellen.

Mit diesen indifferenten Namen ist nur der optischen Erscheinung Ausdruck gegeben, und erst weiter unten werden wir die histologische Bedeutung dieser Axencylinderconstituenten zu betrachten haben.

Durch stärkere Misshandlung der Nervenfaser kann es vorkommen, dass, ohne dass das Mark zerfällt oder die Doppelcontouren ihre gegenseitigen Lagebeziehungen ändern, die Markscheide an kurz auf einander folgenden Stellen im Verlauf der Faser sich eng an den blauen Centralfaden anlegt. An diesen Stellen entstehen somit bedeutende Einschnürungen, und es zerfällt die Faser in einzelne Spindeln, die die intacten Doppelcontouren der Markscheide zeigen und vom blauen Centralfaden der Länge nach durchzogen und unter einander verbunden werden. Der Raum zwischen der inneren Markcontour und dem Centralfaden ist an den Spindeln durch die hellblaue periphere Axencylindersubstanz ausgefüllt, welche an den künstlichen Schnürstellen weggedrängt ist (Fig. 1). Nicht selten ist an diesen Schnürstellen auch der Centralfaden durchgequetscht. In den grossen Nervenstämmen sind diese Bilder selten, häufig jedoch in den Nervenästchen in den Muskeln, wo sie oft lange Strecken im Verlauf der Nervenfasern einnehmen. Ich beschreibe diese Artefacte hier so ausführlich, weil ich unten nochmals darauf zurückkommen muss.

4. Ein vierter Theil zeigt einen intensiv blauen Centralfaden bei vollkommen ungefärbter peripherer Axencylindersubstanz (Fig. 2 und 3). Die

Färbung des Centralfadens erscheint bei dieser Färbecategorie oft viel dunkler als bei der vorhergehenden, ferner ist er gewöhnlich bedeutend schmäler und nimmt nur $^1/_6$ bis $^1/_5$ der Axencylinderbreite ein. Die Schlängelungen sind bei ihm noch viel ausgesprochener und gehen oft in reine Zickzackform über. Bei stärkerem Zupfen bildet der Centralfaden sehr häufig richtige Schlingen und Aufrollungen in Knäuelform, ohne dass seine Continuität darunter leiden oder die Markscheide Alterationen zeigen muss. Ich berühre unten nochmals diese interessanten Verhältnisse.

Varicositäten zeigt dieser Centralfaden viel spärlicher als der der vorigen Categorie. Auch dasselbe Artefact des spindelförmigen Zerfalls der Nervenfaser kommt bei den Fasern mit isolirter Centralfadenfärbung vor. (Fig. 4).

Der schmale Centralfaden zeigt oft leichte spindelförmige Anschwellungen, die relativ sehr lange Strecken einnehmen. Vielleicht sind sie durch einen ovalen oder elliptischen Querschnitt des Centralfadens zu erklären, der sich im Verlauf der Faser einmal von der schmalen, ein andermal von der breiten Seite zeigt. Auch der breite Centralfaden der vorigen Categorie zeigt ähnliche Anschwellungen. Mitunter sah ich Uebergänge des schmalen Centralfadens in die varicöse Form des breiten heller gefärbten, ohne dass die periphere Axencylindersubstanz an einer Stelle der Faser gefärbt gewesen wäre. Es handelte sich hier offenbar um Kunstproducte, denn ich konnte den schmalen Centralfaden durch starken Druck auf das Deckgläschen wenigstens stellenweise in die breite Form überführen. (Fig. 5). Die schmalen, dunklen Centralfäden finden sich mitunter auch in Fasern mit gefärbter peripherer Axencylindersubstanz. Umgekehrt sieht man auch nicht selten breitere helle Centralfäden in Fasern der vierten Färbekategorie. Doch trifft das oben geschilderte Verhalten der Centralfäden hinsichtlich ihres Vorkommens in gefärbter oder ungefärbter peripherer Axencylindersubstanz für die grosse Mehrzahl der Fälle zu.

Aus den geschilderten Beobachtungen zog ich den Schluss, im Axencylinder einen differenzirten Centralfaden annehmen zu dürfen. Bei dieser Annahme ist die Frage nach der Ausdehnung des Markes nach innen von höchster Bedeutung.

Ranvier stellt in seinem „*Traité téchnique d'histologie*“ als erwiesen hin, „que le double contour limite en dedans et en dehors la gaîne médullaire. En effet“ — fährt er fort — „les incisures obliques qui appartiennent à cette gaîne et qui dépendent absolument d'elle, s'étendent jusqu'au contour interne et ne le dépassent pas. Le point où elles s'arrêtent en dedans est nécessairement la limite du cylindre-axe et de la gaîne médullaire.“

Auch die sorgfältigen Untersuchungen an feinsten Quer- und Längsschnitten der Nervenfasern von Kupffer, Boveri, Jacobi, Max Joseph, Retzius und Anderen ergaben die Richtigkeit dieser Anschauung.

Wenn wir es nun auch als feststehend betrachten, dass die beiden inneren Markcontouren den Axencylinder genau begrenzen, so könnte man doch einwenden, dass der Centralfaden der geronnenen Substanz des Axencylinders entspräche und die periphere Axencylindersubstanz dem bei der Gerinnung ausgeschiedenen Serum, so dass das Methylenblau wie so viele andere Reagentien gewirkt habe.

Abgesehen von der Unwahrscheinlichkeit einer solchen Einwirkung des Methylenblaus, sprechen Fleischl's[1] Beobachtungen gegen eine solche Annahme. Nach diesem Autor füllt das bei der Gerinnung des Axencylinders ausgeschiedene Eiweiss entweder den ganzen Raum aus, den früher die Flüssigkeit — als solche betrachtet er den Axencylinder — inne hatte, oder es kann sofort oder durch allmähliche Zusammenziehung das Gerinnsel auf einen feinen Faden reducirt werden.

Jedoch auch im letzten Falle liegt das Mark dem Axencylinder eng an, indem das ausgepresste Serum das Mark durchtränkt und dieses so verändert, dass es eine lamelläre Anordnung von concentrischen Cylindermänteln um den Axencylinder an Stelle der charakteristischen Gerinnungsformen des Myelins erkennen lässt.

Schiefferdecker[2] bestätigt die Quellung des Markes bei Schrumpfung des Axencylinders, doch hält er eine Imbibition des Markes mit dem Serum des Axencylinders bei der grossen Verschiedenheit dieser beiden Substanzen nicht für annehmbar.

Eine Verbreiterung des Markes konnte ich bei meinen Methylenblaunervenfasern niemals sehen, auch ist der Centralfaden für ein Gerinnungsproduct viel zu regelmässig in allen Fällen, ferner geht er nie aus einer diffusen Axencylinderfärbung während des Betrachtens in Kochsalzlösung hervor, was bei der Annahme einer Gerinnung doch leicht eintreten könnte. Bei der Lösung der schwierigen Frage nach der Natur der peripheren Axencylindersubstanz, suchte ich Querschnitte durch die Nervenfasern herzustellen, und hierbei kam mir das Hoyer'sche Pikrokarmin als Fixationsmittel sehr zu statten. Ich suchte mir Nervenstämme aus, die möglichst viele isolirte Centralfadenfärbungen zeigten, fixirte diese mit Hoyer's Pikrokarmin und probirte die gewöhnlichen Einschlussmethoden in Paraffin und Celloidin.

[1] *Beiträge zur Anatomie und Physiologie.* Leipzig 1874.
[2] *Archiv für mikroskopische Anatomie.* Bd. XXX.

Ich kam sehr bald von diesen Methoden ab, da ich die unliebsame Erfahrung bei dieser Gelegenheit machte, dass die Methylenblaufärbung in der Nervenfaser — sei sie mit Pikrokarmin oder mit Jod fixirt — durch Wasser, Aether oder Alkohol in kürzester Zeit extrahirt wird.

Hr. Dr. Dreser, Assistent am hiesigen pharmakologischen Institut, gab mir in liebenswürdiger Weise, für welche ich ihm an dieser Stelle meinen Dank ausspreche, den Rath, die Methylenblaufärbung mit Platinchloridlösung zu fixiren. Mit einer starken Lösung gelingt dies sehr prompt, doch hat das Verfahren den grossen Nachtheil, dass die dadurch gebildete Platinverbindung des Methylenblau die Färbung in feine blaue Krümeln zerfallen macht, sonst hält diese Verbindung alle Proceduren mit Alkohol, Aether, Xylol, selbst das Erwärmen in Xylolparaffin auf 40° sehr gut aus.

Nach längerem Herumprobiren kam ich auf folgendes Verfahren, das mir die erwünschten Querschnitte bei gut erhaltener Färbung der Centralfäden herzustellen ermöglichte.

Ich legte die Nervenstämme mit reichlicher isolirter Centralfadenfärbung auf ca. 15 Minuten in Hoyer's Pikrokarmin und ebensolang in 1 Proc. Osmiumsäure, dann einige Stunden in Glycerin und nahm alsdann mit ihnen den Gummiarabicum-Glycerineinschluss nach Joliet[1] vor.

Als das Gummi arabicum eine passende Schnittconsistenz erlangt hatte, was je nach der Menge des Glycerinzusatzes und den Feuchtigkeits- und Temperaturverhältnissen, denen die Einschlussmasse ausgesetzt war, zwischen 3—5 Tagen schwankte, wurden die Praeparate in Hollundermark eingeklemmt und nun von ihnen Querschnitte mit dem Rasirmesser gemacht.

Die hinreichende Dünne der Schnitte und die genaue Richtung derselben senkrecht zur Längsaxe sind ziemlich mühselig zu treffen, besonders da das Messer nur mit Glycerin befeuchtet werden durfte, wodurch das Schneiden sehr erschwert wird. Die brauchbaren Querschnitte der Stämme zeigten an ihrer Peripherie eine starke Einwirkung der Osmiumsäure auf das Mark der Nervenfasern. Die Querschnitte der Nervenfasern zeigten den bekannten Markring von grauschwarzer Farbe. In dem hellen Kreise, den er einschliesst, zeigten ziemlich viele Fasern theils genau in der Mitte, theils etwas excentrisch gelegen, einen blauen, scharf begrenzten, völlig homogenen Fleck von runder oder ovaler Gestalt. Dies ist der Querschnitt des Centralfadens. Zwischen diesem blauen Centralfadenquerschnitt und dem dunklen Markring liegt ein heller, homogener, ungefärbter Ring von bedeutender Breite, der Querschnitt des peripheren Axencylinders.

Somit erhielt ich denn die Gewissheit, dass der Raum zwischen Markscheide und dem Centralfaden durch eine von diesen beiden Gebilden diffe-

---

[1] *Archives de zoologie expérimentale et générale.* 1882. t. X. p. XLIII du Nr. 3.

rente Masse von einer gewissen Consistenz ausgefüllt ist und nicht von einem geronnenen und geschrumpften Axencylinder ausgepresstes Serum darstellt.

Ein grosser Nachtheil der benutzten Einschlussmethode ist die Schwierigkeit, den Moment abzupassen, an dem die Einbettungsmasse die richtige Schnittconsistenz bekommen hat. Sobald diese eingetreten ist, müssen die Schnitte gleich angefertigt werden. Legt man nämlich die Masse in die feuchte Kammer, weil man gerade keine Zeit hat, die Schnitte anzufertigen, so ist sie in kurzer Zeit für immer verdorben. Legt man sie in Glycerin, so wird sie sehr schnell so hart, dass es unmöglich ist, sie zu schneiden. Auch wenn ich das Glycerin durch Wasser verdünnte, konnte ich dem Uebelstande, dass mir die Schnittconsistenz für immer verloren ging, nicht steuern.

Ferner haben die mit Osmiumsäure behandelten Praeparate keinen Bestand, ihre blaue Färbung verschwindet nämlich nach ungefähr einer Woche.

Eine Eigenthümlichkeit vieler gefärbter Fasern ist das Auftreten von feinen, blauen, ovalen und rundlichen, hellen Kügelchen und Körnchen im Axencylinder. Mitunter ist der Centralfaden allein auf seiner Oberfläche von ihnen bestreut, mitunter zeigen sich die Körnchen in der ganzen Breite des Axencylinders, und wieder in anderen Fällen sind sie nur im peripheren Axencylinder.

Sie erscheinen mit Vorliebe in Längsreihen, sowohl am Centralfaden als auch im peripheren Axencylinder, doch ist fast stets wahrzunehmen, dass die Reihen am Centralfaden viel dichter aneinander stehen und auch aus feineren und in geringeren Abständen gelegenen Körnchen bestehen, als dies im peripheren Axencylinder der Fall ist. In Folge dieses Verhaltens bleibt auch nach totalem Zerfall der Färbung in Körnchen an den diffusblauen Fasern mit differenzirtem Centralfaden dieser letztere oft noch deutlich durch die feineren und engeren Längsreihen erkennbar. Bei längerem Betrachten des Praeparates überzeugt man sich leicht, dass die Zahl der Kügelchen zunimmt, während die Färbung der Nervenfaser abnimmt. Allmählich verblassen auch die Körnchen durch Reduction des Farbstoffs, und die ganze Färbung ist verschwunden. Somit wäre es wahrscheinlich, dass das Auftreten von diesen Körnchen eine Zerfallserscheinung der Färbung ist, jedoch mitunter findet man sie in Fasern von eben sich bläuenden Nervenstämmen, wenn auch selten. Dagegen in frisch gezupften Nerven von nicht injicirten Thieren, die man in Methylenblaulösung liegend unter dem Mikroskop betrachtet, sieht man diese Körnchen als erste und einzige Erscheinung bei der Färbung vieler Fasern.

Es kommen somit diese Gebilde sowohl bei sich entfärbenden Fasern vor, als auch bei solchen, die nie eine andere Färbung dargeboten haben.

Ich glaube, nicht irre zu gehen, wenn ich das Auftreten von Körnchen einem weit fortgeschrittenen Absterbegrad zuschreibe. Dass alle Fasern, bevor sie verblassen, solche Körnchen produciren, behaupte ich nicht.

Einfache Farbstoffniederschläge können die Kügelchen und Körnchen nicht sein, dagegen spricht ihre hellblaue Farbe und ihre stets rundliche Gestalt.

Es ist mir auch unwahrscheinlich, dass die blauen Kügelchen eine Färbung praeformirter morphologischer Gebilde in dem Axencylinder darstellen, es ist meiner Ansicht nach nur eine kugelige Ansammlung von gefärbter Gewebsflüssigkeit in nicht praeformirten Lücken oder Vacuolen des Axencylinders, welche die übrige optische Beschaffenheit des Axencylinders nicht stören, wie man nach dem Verblassen der Körnchen sieht. Es ist sehr leicht nachzuweisen, dass die Kügelchen und Körnchen nicht durch Verdunstung oder Austrocknen entstehen. Ich werde weiter unten eine ähnliche Ansammlung von blauen Kügelchen auf der Oberfläche von rothen Blutkörperchen zu betrachten und zu deuten haben.

In der Substanz des Centralfadens selbst habe ich diese Kügelchen nicht gesehen.

Andere Differenzirungen im Axencylinder bei blosser Methylenblaubehandlung, ausser den bisher beschriebenen, sah ich nie. Der Centralfaden und der übrige Axencylinder zeigten niemals Andeutungen von Fibrillen bei dieser Methode.

Relativ selten sieht man die Kerne der Schwann'schen Scheide gefärbt und zwar gelegentlich bei allen Färbecategorieen.

So lange ich die Pikrokarminbehandlung der Methylenblaupraeparate nur so lange anwandte, als es erforderlich ist, um die Blaufärbung zu fixiren, gelangte ich zu keiner weiteren Aufklärung über die von mir gesehene Differenzirung des Axencylinders in einen centralen und peripheren Theil.

Bevor ich die Ergebnisse der verlängerten Pikrokarminbehandlung beschreibe, muss ich auf einige Eigenthümlichkeiten, die dieses Reagens gegenüber der Blaufärbung in der Nervenfaser besitzt, näher eingehen. Um sie zu studiren, zupft man einen blauen Nervenstamm in physiologischer Kochsalzlösung und bringt ihn mit einem Tropfen Pikrokarmin unter das Mikroskop.

Die verschiedenen Färbecategorieen der Nervenfasern zeigen nun folgendes Verhalten:

1. Die ungefärbten Fasern bekommen eine gelbe Farbe im Axencylinder und dem Mark, wie allgemein bekannt.

2. Die Fasern mit isolirter Centralfadenfärbung bekommen einen gelben peripheren Axencylinder, während der Centralfaden entweder seine blaue Farbe behält oder ziemlich schnell in blaue Körnchenreihen zerfällt, genau so wie dies auch ohne Pikrokarminzusatz geschehen kann. Der Zerfall der Färbung in Körnchen tritt besonders bei nur schwach gefärbten Centralfäden ein und somit vorzugsweise bei den breiten helleren.

3. Die diffusblauen Fasern mit differenzirtem Centralfaden zeigen hinsichtlich des letzteren das im Vorstehenden beschriebene zweifache Verhalten. Die Färbung des peripheren Axencylinders kann ebenfalls in Körnchen zerfallen, in vielen Fällen aber verschwindet sie ganz und macht der gelben Farbe des Pikrokarmin Platz, so dass alsdann das Resultat dasselbe ist, als wenn gar keine Blaufärbung in der peripheren Axencylindersubstanz bestanden hätte. Hierdurch nimmt in den meisten Nervenstämmen nach der Pikrokarminbehandlung die Zahl der Fasern mit isolirter Centralfadenfärbung oft sehr beträchtlich zu. Auch wenn die ganze Färbung der Faser in Körnchen zerfällt, bleibt der Centralfaden oft durch eine dichtere Anordnung der Körnchenreihen deutlich differenzirt, wie dies schon oben für den spontanen Zerfall der Färbung beschrieben ist. In toto fixirt wird die Färbung der peripheren Axencylindersubstanz durch das Pikrokarmin nie, d. h. sie verliert entweder ihre Färbung gänzlich oder zeigt deren Zerfall in Körnchen.

4. An diffusblauen Fasern ohne sichtbare Differenzirung eines Centralfadens tritt durch die Pikrokarminbehandlung nicht selten ein blauer continuirlicher Centralfaden auf oder dieser ist nur durch die dichtgedrängten Körnchenreihen angedeutet.

Solche Fasern gehören eigentlich zu der vorhergehenden Categorie. In ihnen ist die Färbung des Centralfadens durch eine relativ sehr intensive des peripheren Axencylinders verdeckt und kommt erst durch deren Zerstörung in Folge der Pikrokarminbehandlung zum Vorschein.

In anderen diffusblauen Fasern tritt keine Centralfadendifferenzirung zu Tage, sondern der ganze Axencylinder behält, wenn er hinreichend intensiv blau gefärbt war, seine blaue Farbe bei, anderenfalls zerfällt diese ganz in blaue Körnchen oder macht der gelben Pikrokarminfarbe Platz. Diese Fasern sind von ganz besonderem Interesse, wie wir unten sehen werden.

Somit ergiebt sich als Wirkung des Pikrokarmin auf die blaugefärbte Nervenfaser: Verschwinden oder Körnchenzerfall der blassen Färbung in allen Theilen der Faser; Fixirung der intensiv gefärbten Centralfäden; Zerstörung jeder, wenn auch noch so intensiven, Färbung der peripheren Axencylindersubstanz.

Ich wende mich nun zu den Resultaten, die mir die protrahirte Behandlung der Methylenblaupraeparate der Nervenstämme mit Hoyer's Pikrokarmin ergab.

Legt man blaue Nervenstämme für mehrere Stunden in dieses Reagens und zerzupft sie dann in Glycerin, so sieht man unter dem Mikroskop, dass alle blaue Farbe verschwunden und dass an ihre Stelle eine burgunderrothe und rosafarbene getreten ist. Es geht aus den geschilderten Einwirkungen des Pikrokarmins schon hervor, dass diese Rothfärbung nur Gebilde der Nervenfaser betrifft, welche nicht von vornherein schon eine gelbe Farbe angenommen haben; sie kann also nur Körnchen, Centralfäden und ganze Axencylinder betreffen, niemals dagegen die periphere Axencylindersubstanz.

Die Centralfäden zeichnen sich im Allgemeinen durch eine burgunderrothe Färbung aus, während den Axencylindern die rosafarbene zukommt.

Ausser den markhaltigen Nervenfasern sieht man noch viele schmale dunkelrothe und breitere helle cylindrische Stränge, die jeder Hülle entbehren. Sehr oft lassen sich diese Stränge in Markscheiden hinein verfolgen, und je nachdem sie den Raum zwischen den inneren Markcontouren ganz ausfüllen oder eine gelb gefärbte Schicht zwischen sich und diesen frei lassen, erkennt man leicht, dass man es im ersten Fall mit Axencylindern, im letzteren mit Centralfäden zu thun hat, die durch die Behandlung ihre Markscheide verloren haben. Gewöhnlich genügt schon die Farbe und die Breite der Gebilde, um zu entscheiden, mit welchem Constituenten der Nervenfaser man es zu thun hat.

An einem dieser freien Centralfäden, der sich durch mehrere durch das Zupfen hervorgebrachte Varicositäten auszeichnete, gewahrte ich an den verbreiterten Stellen eine sehr feine deutliche Längsstreifung, die sich bei Anwendung stärkster Systeme (Apochromatische Immersion) als durch eine fibrilläre Structur bedingt erwies. Ich konnte in der Folge auch an den übrigen Stellen dieses Centralfadens und an vielen anderen dieser Gebilde diese Structur mit Sicherheit nachweisen, so dass es für mich keinem Zweifel unterliegt, dass der Centralfaden aus Fibrillen besteht. Die meisten der Fibrillen sind nur schwach gefärbt, und nur eine geringe Minderzahl zeichnet sich in den meisten Centralfäden durch eine intensive burgunder-

rothe oder schwarzbraune Färbung aus (Fig. 6). Die Fibrillen sind von äusserster Feinheit, zeigen nirgends knotenförmige Verdickungen und verlaufen vielfach wellenförmig geschlängelt. Ueber das Vorkommen von Anastomosen und Theilungen vermag ich nichts auszusagen, denn ich habe die einzelne Fibrille, auch wenn sie sich noch so deutlich durch eine dunklere Färbung vor den anderen hervorhob, immer nur auf relativ sehr kurze Strecken hin verfolgen können.

Auch an den rosafarbenen, freien Axencylindern konnte ich bei sehr starker Vergrösserung den fibrillären Bau erkennen, nur sind hier die einzelnen Fibrillen weiter aus einander gerückt und erscheinen gewöhnlich alle gleichmässig gefärbt. Sie sind über die ganze Breite dieser Axencylinder zerstreut.

An den in den Markscheiden gelegenen Centralfäden und Axencylindern ist die fibrilläre Beschaffenheit sehr viel schwieriger und nur ausnahmsweise mit Sicherheit zu erkennen.

Nachdem wir im Vorstehenden die Natur des Centralfadens besprochen haben, gehen wir zur peripheren Axencylindersubstanz über.

Zunächst besteht zwischen diesen beiden, in so vielen Fasern deutlich differenzirten Axencylinderconstituenten ein bedeutender Unterschied hinsichtlich ihrer Consistenz. Dieser erweist sich in den Schlängelungen und Aufrollungen des Centralfadens in Knäuelform, deren ich schon oben gedachte und die nach Behandlung der Fasern mit Pikrokarmin und darauf folgendem Zupfen in noch viel grösserer Zahl und ganz exquisiter Form sich darstellen. Die Knäuel sind oft unentwirrbar, aber doch schon auf den ersten Blick von Varicositäten des Centralfadens leicht zu unterscheiden. Sie müssen ihre Entstehung wohl einer bedeutenden Elasticitätsdifferenz zwischen Centralfaden und peripherer Axencylindersubstanz verdanken, die durch die Pikrokarminbehandlung noch zunimmt. In der durch das Zupfen gedehnten Nervenfaser kehren bei Nachlassen der dehnenden Gewalt Markscheide und periphere Axencylindersubstanz annähernd in ihre ursprüngliche Gestalt zurück, während der Centralfaden die einmal erlittene Verlängerung, bei der er sich nur ganz unwesentlich verschmälert, beibehält und sich durch Zusammenlegen in Schlingen und Knäuel seinen zusammengeschnurrten Hüllen in der Längsrichtung anpassen muss. Diese geringe Elasticität stimmt auch mit der leicht künstlich herzustellenden Verbreiterung des Centralfadens überein. Mitunter sieht man den Centralfaden zwischen zwei weit auseinander stehenden Knäueln zerrissen. An den Rissstellen hört der Centralfaden mit gerader oder convexer Linie auf und erscheint weder zugespitzt und ausgezogen, noch in Fibrillen zerfasert.

Wenn wir nun auch annehmen müssen, dass die periphere Axencylindersubstanz viel weicher ist als der Centralfaden, so wäre es doch un-

richtig zu glauben, dass er von ganz wässeriger Beschaffenheit sei. Zwar sieht man die freien Centralfäden ohne anhängende Partikel einer sie umgebenden Schicht verlaufen, doch an der Stelle, wo sie aus der Markscheide hervortreten, sieht man sie mitunter auf eine kurze Strecke von einer zu beiden Seiten gelegenen, durchscheinenden, homogenen Masse bekleidet, deren Breite genau dem Abstand der beiden inneren Markcontouren der Faser entspricht. Man könnte einwenden, dass dieser den Centralfaden umgebende Cylinder das Axolemm von Kühne sei; jedoch ist kein Grund einzusehen, warum diese äusserst dünne Membran, aller Stütze beraubt, ihre Hohlcylinderform bewahren und sich nicht wie ein anderes feines Häutchen unter solchen Umständen faltig zusammenlegen soll. Dass die in Frage stehende Bekleidung des Centralfadens nicht die Schwann'sche Scheide war, davon konnte ich mich in mehreren Fällen mit Sicherheit überzeugen.

Frische Methylenblaupraeparate zeigten mir derartige Bilder nie, da ich bei diesen auch nie freie Centralfäden beobachtete. Bei Pikrokarminbehandlung dagegen sind sie öfters zu sehen, wenn man die Stellen, auf die es ankommt, bei starker Abblendung betrachtet.

Besonders häufig sind sie an mit Osmiumsäure behandelten Praeparaten zu sehen, was seinen Grund in der erhärtenden Wirkung dieses Reagens hat. Am besten beweisen meine oben schon geschilderten Querschnitte durch solche Praeparate, dass der peripheren Axencylindersubstanz eine gewisse, wenn auch ganz geringe Consistenz zugeschrieben werden muss. Auch der Zerfall der Blaufärbung dieser Substanz in Kügelchen, bei dem ich glaube eine Bildung feiner Vacuolen annehmen zu müssen, stützt meine Auffassung von der Consistenz der peripheren Axencylindersubstanz.

Fibrillen konnte ich in ihr niemals nachweisen, und auch die Unmöglichkeit, die Blaufärbung dieser Substanz zu fixiren, spricht gegen die Anwesenheit von Fibrillen.

Meiner Ansicht nach ist die periphere Axencylindersubstanz nicht anders, als die interfibrilläre Substanz.

In den Fasern mit differenzirtem Centralfaden sind die Fibrillen des Axencylinders, die für gewöhnlich den ganzen Raum zwischen den inneren Markcontouren erfüllen, zu einem schmalen Faden in der Mitte der Faser zusammengedrängt, und die interfibrilläre Substanz, die zum grössten Theil zwischen den einzelnen Fibrillen herausgepresst wurde, bildet die periphere Axencylindersubstanz.

Je nachdem die ausgepresste interfibrilläre Substanz gefärbt oder ungefärbt ist, entsteht die dritte oder die vierte Färbecategorie der Nervenfaser.

In den diffusblaugefärbten Fasern, bei denen eine protrahirte Pikrokarminbehandlung Fibrillen auf dem ganzen Querschnitt des Axencylinders

ergiebt, liegt blau gefärbte interfibrilläre Substanz zwischen den Fibrillen, und diese werden erst nach Zerstörung der Färbung jener Substanz sichtbar. Die diffusblauen Fasern sind somit in der Anordnung der Fibrillen unter sich verschieden und hierauf beruht ihr auf S. 128 geschildertes verschiedenes Verhalten gegenüber dem Pikrokarmin. Die interfibrilläre Substanz ist bei ihnen allen gefärbt, ebenso die Fibrillen; nur sind diese das eine Mal über den ganzen Querschnitt des Axencylinders zerstreut, während sie das andere Mal zu einem soliden Bündel in der Mitte der Faser — zu dem Centralfaden — vereint sind.

Für alle blauen Centralfäden glaube ich eine Färbung einer kleinen Menge interfibrillärer Substanz, die sie zwischen den hier dicht an einander gepressten Fibrillen einschliessen, annehmen zu müssen, da ich mir sonst nicht das Sichtbarwerden der Fibrillen nach einer protrahirten Pikrokarminbehandlung erklären kann. Bei dieser verschwindet die Färbung der interfibrillären Substanz und nur die der Fibrillen wird fixirt.

Ich schreite nun von der Deutung der Bilder zu einer Besprechung ihrer Entstehung.

Was das Auftreten der verschiedenen Färbekategorien anlangt, so läge der Gedanke nahe, diese mit functionellen Verschiedenheiten der Fasern in Zusammenhang zu bringen. Doch kann dem nicht so sein, da die einzelnen Färbekategorien durch mehrfache gleich zu schildernde Uebergänge untereinander verbunden sind.

Zunächst scheinen sich die isolirte Centralfadenfärbung und die diffuse Axencylinderfärbung, die bei Pikrokarminzusatz keinen Centralfaden erkennen lässt und ihre blaue Farbe lange behält, oder — was dasselbe ist — die gewöhnliche über den ganzen Axencylinder zerstreute und die zu einem Bündel zusammengefasste Anordnung der Fibrillen gegenüber zu stehen. Jedoch sieht man nicht selten Fasern, in denen der diffus gefärbte Axencylinder in räumlicher Aufeinanderfolge einen immer breiteren hellen Raum zwischen sich und der Markscheide freilässt, bis er sich endlich zu der gewöhnlichen Centralfadenbreite verjüngt hat. Derartige Befunde sprechen recht entschieden gegen die Annahme einer verschiedenen Function für die Fasern der beiden in Rede stehenden Färbekategorien. Einen weiteren vermittelnden Uebergang zwischen diesen stellen wahrscheinlich auch die breiten heller gefärbten isolirten Centralfadenfärbungen dar.

Als vorgerückte Absterbeerscheinung lässt sich die Centralfadenbildung nicht ansehen, denn gerade in den Nervenstämmen, die man bei sehr lebhaften Thieren herausnahm, sieht man sie besonders häufig.

Eine diffus blaue Färbung des ganzen Axencylinders tritt zuletzt bei allen sich überhaupt färbenden Fasern eines blauen Stammes auf, wenn

man ihn lange genug an der Luft liegen lässt; hierbei muss es vorkommen, dass in Fasern mit isolirter Centralfadenfärbung allmählich auch der periphere Axencylinder sich bläut und zwar am Ende so stark, dass die Centralfadenfärbung in der Färbung des peripheren Axencylinders verschwindet.

Auch durch directe lange Beobachtung einer Faser mit isolirter Centralfadenfärbung, die man unter dem Deckgläschen mit ganz wenig Kochsalzlösung — um das Austrocknen zu vermeiden, ohne den Zutritt des Sauerstoffs der Luft zu hindern — betrachtet, kann man sich von dem Uebergang der einen Färbungskategorie in die andere überzeugen.

Jedoch bei weitem nicht alle Fasern, die den Centralfaden in gefärbtem peripheren Axencylinder zeigen, entstehen aus einem Stadium reiner Centralfadenfärbung oder sind stets ein zu durchlaufendes Vorstadium für die diffuse Axencylinderfärbung ohne Centralfadendifferenzirung. In den allermeisten Fasern sind schon bei Beginn der Bläuung die verschiedenen Färbekategorien ausgebildet, und es fragt sich nun, wie diese verschiedene Reaction zu erklären sei. Ich kann mir diese merkwürdigen Verhältnisse nur durch die Annahme verständlich machen, dass in allen Theilen der Faser, welche sich überhaupt einmal färben, das Methylenblau in reducirter Form als Leucomethylenblau sitzt. Wie oben erörtert, kann ich diese Aufnahme des reducirten Farbstoffs nur als eine Absterbeerscheinung ansehen. Einem weiter fortgeschrittenen Absterben bei reichlichem Sauerstoff entspricht die Oxydation, d. h. die Färbung in der Faser.

Es ist durch die Methylenblaureaction eine neue Methode zum Nachweis der fibrillären Structur des Axencylinders gefunden.

Nachdem Max Schultze im Jahre 1868 zum ersten Male mit der Idee eines derartigen Aufbaues des Axencylinders aufgetreten war und dafür den Nachweis geliefert zu haben glaubte, ward diese Frage für lange Zeit der Gegenstand lebhafter Controversen. Erst Kupffer brachte durch eine von ihm erfundene Methode, die in der Anfertigung feiner Quer- und Längsschnitte durch mit 0·5procentiger Osmiumsäure und mit Säurefuchsin in concentrirter Lösung behandelte Froschischiadici bestand, mit der grössten Sicherheit und Genauigkeit den Beweis für die Existenz der Axencylinderfibrillen der markhaltigen Nervenfasern.

Zu einer ganz neuen Auffassung über die Axencylinderstructur gelangten Nansen[1] und Leydig,[2] die, obwohl sie ganz unabhängig von ein-

[1] *The structure and combinat. of the histolog. Elem. of the nerv. syst.* Bergen 1887; — *Anatomischer Anzeiger.* 1888.

[2] *Zelle und Gewebe.* Bonn 1885; — *Zoologischer Anzeiger.* 1888; — *Biologisches Centralblatt.* 1889. Bd. IX.



ander arbeiteten, zu ähnlichen Resultaten kamen. Nach ihnen besteht der Axencylinder der Nervenfasern — oder, wie sie es nennen, der Nerventuben — nicht aus Primitivfibrillen und interfibrillärer Substanz, sondern aus feinen Röhrchen, aus einer Stützsubstanz (Leydig's Spongioplasma), in welcher die wirkliche Nervensubstanz, eine hyalinehalbflüssige Materie (Hyaloplasma), eingebettet ist. Die Röhrchen nennt er Primitivröhrchen. Die Primitivfibrillen früherer Autoren sind eigentlich nur die spongioplasmatischen Wände dieser Röhrchen. Bei manchen Thieren (Homarus) kommt eine Concentration gegen die Achse vor, welche darin besteht, dass die Wände der Primitivröhrchen dicker, stärker lichtbrechend und tiefer von den Reagentien gefärbt sind, und dass der Durchmesser der Primitivröhrchen kleiner ist.

E. Rhode[1] bestreitet die Nansen-Leydig'sche Theorie von den Primitivröhrchen. Für ihn ist die Fibrille von unmessbarer Feinheit und von punktförmigem Querschnitt das Grundelement der Nervenfaser.

Max Joseph[2] sieht bei elektrischen Nerven des Torpedo und beim Frosch und Kaninchen an Quer- und Längsschnitten bei Behandlung in 0·5procentiger Osmiumsäure, Abspülen mit Wasser und Härten in Alkohol im Axenraum ein dem Balkenwerk des Neurokeratin gleichgefärbtes, allerdings sehr viel feineres unregelmässiges Netzwerk, das er „Axengerüst" nennt. An den Kreuzungspunkten sieht er einzelne dunkler gefärbte Punkte. Das Axengerüst bildet eine Fortsetzung des Balkenwerks der Markscheide, beide haben gleiche Färbungsmerkmale. Das Axengerüst ist kein Artefakt und wahrscheinlich nicht nervöser Natur, ist vielmehr dazu bestimmt, Ordnung in das regellose Gewirre der Nervenfibrillen zu bringen, welche Joseph zwar bei seiner Methode nicht nachweisen kann, die er aber in der stark lichtbrechenden Substanz zwischen dem Netzwerk annimmt. Die ungefärbte Substanz in den Maschen ist die eigentlich leitende Axencylindersubstanz. Nach einer selbst erfundenen Methode mit 10procentiger Salpetersäure und 1procentiger Argent. nitr.-Lösung zu gleichen Theilen und dann doppeltchromsaurer Kaliumlösung in steigender Concentration sah Joseph am Axencylinder eine äusserst regelmässige Querstreifung; unabhängig von den Ranvier'schen Einschnürungen wechselt eine dunkle Parthie mit einer helleren. Die Untersuchung im polarisirten Licht zeigte stets einfaches Brechungsvermögen. Zur Erklärung der Querstreifung fügt er hinzu: Nur da, wo die Silberlösung frühe genug von den Lymphgefässen aus hingelangt, wird lebendes Protoplasma angetroffen, infolge

[1] *Zoologische Beiträge.* 1888.

[2] *Sitzungsberichte der math.-naturw. Classe der Akademie der Wissenschaften zu Berlin.* 1888.

dessen Reductionen eintreten können, weiter aber ist das Protoplasma bereits abgestorben, hier wird das Metall nicht reducirt. Wegen der grossen Regelmässigkeit der Querstreifung und des Umstandes, dass nur an frischen noch lebenden Nervenfasern diese erhalten wird, ist er der Ansicht geneigt, dass im Axencylinder zwei Substanzen vorhanden sind, von denen eine die Eigenschaft besitzt, aus der Silberlösung das Metall zu reduciren, während sie der anderen fehlt.

Zu ganz analogen Anschauungen gelangt Jakimovitch,[1] der durch Versilberung eine regelmässige Querstreifung der Fibrillen des Axencylinders beschreibt. Er nennt die einzelnen Streifen der Querstreifung „particules nerveuses" und hält sie für das „élément ultime du cylindre-axe".

Gustaf Retzius[2] sieht an nach Kupffer's Methode mit Osmiumsäure und Säurefuchsin behandelten Nerven auf dem Querschnitt theils Fasern, die die Kupffer'schen Fibrillen auf dem ganzen Querschnitt des Axencylinders zeigen, theils andere, welche hierin Netze aufweisen, wie Joseph sie sah, doch sah er nie Zusammenhang des Netzes mit der Markscheide und findet auch Färbungsdifferenzen zwischen beiden. Das Netz sieht er nicht als ein Gerüst an, wie Joseph, sondern es besteht nach ihm aus einzelnen Körnchen, die Fibrillenquerschnitten entsprechen. Die Fibrillenquerschnitte sind besonders oft in der Mittelpartie reichlicher angesammelt. Es ist also nur eine verschiedene Anordnung der Fibrillen. Er findet alle Uebergänge einer Vertheilungsart zur anderen und hält die gleichmässige Vertheilung für die natürlichere, die andere soll wahrscheinlich ein Kunstproduct sein. Die einzelnen Fibrillen auf den Längsschnitten sind nicht ohne Knötchen, wie Kupffer annimmt, sondern uneben und mit vielen kleinen knötchenförmigen Verdickungen versehen, bisweilen sogar etwas varicös.

Kühne[3] sah die Fibrillen des Axencylinders in der frischen Nickhaut des Frosches ohne Zusatz irgend eines Reagens. Er schildert hier das Fibrillenbündel als „wohlgeordnet" und giebt Zeichnungen davon in Fig. 63 *a* bis *e* des unten citirten Werkes.

Eine Differenzirung des Axencylinders in einen centralen und peripheren Theil haben — wie wir oben schon sahen — Nansen und Retzius gelegentlich beobachtet und gerade der letztere hat eine centrale Ansammlung der Fibrillen oft gesehen. Eine ältere Beobachtung ist die von Mauthner.[4]

[1] *Journal de l'Anatomie.* 1888.

[2] Der Bau des Achsencylinders der Nervenfasern. *Verhandlungen des biologischen Vereins zu Stockholm.* 1889.

[3] *Neue Untersuchungen über die motorische Nervenendigung.* München 1886.

[4] *Denkschriften der k. Akademie der Wissenschaften zu Wien.* 1868. Bd. XXXI.

Auf Querschnitten des Rückenmarkes der Fische, der Forelle oder des Hechtes, erkennt er bei Anwendung 450facher und höherer Vergrösserungen, dass der Axencylinder aus zwei ineinander gesteckten Cylindern besteht. Der Querschnitt des inneren soliden Cylinders ist an Chromsäure-Carminpraeparaten dunkler roth gefärbt als der des äusseren Hohlcylinders und ist von diesem durch eine dunkle Contour ebenso scharf abgesetzt wie letzterer durch eine scharfe Contour gegen das Nervenmark hin sich abhebt.

Schiefferdecker[1] sah an frischen Nervenfasern von Neunaugen in Müller'scher Flüssigkeit stets sehr deutlich einen Körnchenzug in der Mitte des Axencylinders gegenüber einer mehr homogenen Randparthie. Bei Querschnitten erscheint ihm der Axencylinder als ein stark körniger, dunklerer, centraler, kreisförmiger Theil und ein hellerer, mehr homogener, jenen umgebender Ring, beide ziemlich scharf gegen einander abgesetzt, entsprechend den Bildern, wie er sie schon vom Störrückenmark beschrieb. Fibrillen sah er nicht.

Von grossem Interesse ist eine Beobachtung von Kühne, die dieser Forscher bei seinen Studien über die motorische Nervenendigungen machte. Bei Goldchloridbehandlung sieht er an einer zur Muskelfaser tretenden Nervenfaser (Fig. 47 a. a. O) in der lilafarbenen Markscheide die Fortsetzung des in Form und Dicke unveränderten Axencylinders; derselbe ist hellroth und zeigt nur in der Axe einen weit schmäleren, tief violetten, unregelmässigen Strang. Diesen setzt er dem Axialbaum der motorischen Nervenendigung gleich und die rothe Umhüllung dem Stroma.

Diesem Befund an den Goldchloridpraeparaten stellt Kühne eine am frischen Praeparate der Nervenfaser in der Froschnickhaut gemachte Beobachtung zur Seite. Wie er glaubt besteht hier stets zwischen dem wohlgeordneten Fibrillenbündel und dem Axolemm ein periaxialer Zwischenraum. An manchen Fasern war eine stärkere „Aggregation“ des Fibrillenbündels zu constatiren und dieses ist hierbei besonders deutlich vom Axolemm losgelöst. Dies zeigt sich unter Umständen, die diese Erscheinung nicht als cadaveröse erklären lassen, Kühne ist vielmehr geneigt, dieselbe einem Erregungszustand der Faser zuzuschreiben. Was das Axolemm ausser dem Fibrillenbündel umschliesst entspricht dem Stroma der motorischen Nervenendigung.

Kühne's Fig. 62 zeigt Schlängelungen des stärker aggregirten Fibrillenbündels, die lebhaft an diejenigen erinnern, die ich an meinem Centralfaden sah und beschrieb.

Kühne ist geneigt, im lebenden Nerven statt des Stromas ein Neuroplasma anzunehmen, da ihm vieles dafür zu sprechen scheint, dass das

[1] *Archiv für mikroskopische Anatomie.* Bd. XXXI.

Stroma der abgestorbenen oder auch der mit Gold behandelten Nerven weder der Vertheilung noch der substantiellen Beschaffenheit nach im lebenden Axencylinder praeexistirt. Den Axialbaum der motorischen Endigung erklärt er für entstanden aus dem fibrillären Antheil des Axencylinders und da er ihn dem tiefvioletten axialen Strang in der Nervenfaser gleichsetzt, so folgt daraus, dass er auch diesen als eine sehr dichte Aggregation der Axencylinderfibrillen ansieht und dass das Stroma der Nervenendigung der interfibrillären Substanz, dem peripheren Axencylinder entspricht.

Ueber die natürliche Beschaffenheit des Stroma's spricht sich Kühne sehr vorsichtig aus, doch hält er es für wahrscheinlich, dass es flüssig und gerinnbar ist.

Meine Untersuchungen über motorische Nervenendigungen mittels der Methylenblaumethode bestätigen vollkommen die Kühne'sche Ansicht von der Natur des Axialbaumes und des Stroma. Ich sah fast an allen motorischen Nervenendigungen eine Differenzirung in einen centralen oder axialen und peripheren Theil. Der erstere ist dunkelblau und scharf contourirt gegen den hellblauen peripheren abgesetzt und er ist durch Pikrokarmin gut zu fixiren, gerade wie in einer Färbekategorie der Nervenfaser der Centralfaden gegen die blaue periphere Achsencylindersubstanz. Diffuse Bläuung der Nervenendigung ohne diese Differenzirung kam mir zwar öfters zu Gesicht, jedoch bei Pikrokarminzusatz differenzirte sich regelmässig bei hinreichend intensiver Färbung der Nervenendigung ein axialer Faden, während die periphere Partie — das Stroma — seine blaue Farbe verlor und die gelbe das Pikrokarmin annahm oder in blaue Kügelchen zerfiel. War die Färbung der Nervenendigurg eine blasse, so zerfiel sie entweder ganz in unregelmässig gelagerte blaue Kügelchen oder wich völlig der Pikrokarminfarbe. Wir haben also bei dieser diffusen Färbungsart der motorischen Nervenendigung ganz ähnliche Verhältnisse vor uns, wie bei der einen Art der diffus blaugefärbten Nervenfasern. Analoga der übrigen Färbungskategorien der Nervenfasern, also Vorkommnisse, die der isolirten Centralfadenfärbung und der Fibrillenanordnung über den ganzen Querschnitt des Axencylinders entsprächen, sah ich an den motorischen Nervenendigungen nie.

Da ich den Centralfaden der zur Muskelfaser tretenden Nervenfaser, nachdem er die Markscheide und periphere Achsencylindersubstanz an derselben Stelle verloren hat, sich direkt als Axialkrume fortsetzen sah, wie es die Kühne'schen Goldpraeparate zeigen, zweifle ich nicht, dass wie der Centralfaden so auch die Axialkrume einer Aggregation der fibrillären Bestandtheile des Axencylinders gleichzusetzen sei, obwohl es mir bisher noch nicht gelang, auch in der Axialkrume die Fibrillen durch protrahirte Pikrokarminbehandlung sichtbar zu machen.

Da das Stroma der motorischen Nervenendigung dem Pikrokarmin gegenüber dasselbe Verhalten zeigt wie die periphere Axencylindersubstanz in der markhaltigen Faser, so wird auch durch die Methylenblaumethode die Kühne'sche Ansicht über diese Substanz gestützt (Fig. 7).

Soweit stimmen meine Beobachtungen mit den Kühne'schen überein, nur an den Ranvier'schen Schnürringen erweist sich ein Unterschied. Hier lässt Kühne Fibrillenbündel und Stroma durchgehen, während ich — wie unten noch genauer dargestellt wird — nur den Centralfaden, also nur das Fibrillenbündel diese Stelle passiren sehe.

Ich muss bei dieser Gelegenheit eine ganz neue Arbeit von Gerlach[1] erwähnen. Bei Anwendung der Methylenblaumethode will dieser Forscher seine alte Theorie von einem direkten Zusammenhang der nervösen Elemente mit der contractilen Substanz der Muskelfaser, dem Sarkoplasma, bestätigt haben. Er steht auf demselben Standpunkte wie Margo, der ebenfalls die Axencylinderverästelungen mit den Kölliker'schen interfibrillären Körnchenzügen (Margo's Kornfasern) in Verbindung treten lässt. Die Abbildungen, die Gerlach von nach Cuccati's[2] Methode mit pikrinsaurem Ammoniak und Glycerin behandelten Praeparaten gegeben hat, und denen er hohe Beweiskraft zuspricht, zeigen aber nirgends eine continuirliche Färbung der nervösen Elemente. Diese ist durch das pikrinsaure Ammoniak kugelig und krümelig zerfallen. Weiter unter gebe ich ein sehr einfaches Verfahren an, wie man sich gegen das Eintreten eines derartigen Verfalls, von dem ich besonders feine Objecte bei nicht genügend intensiver Blaufärbung oft genug betroffen werden sah, einigermassen schützen kann. Da sich in den Muskelfasern durch das Methylenblau auch die interfibrillären Körnchenzüge schön färben und durch Pikrokarmin fixiren lassen, so erklärt sich leicht, wie Gerlach, der frische Methylenblaupraeparate nicht untersuchte und daher überhaupt nichts weiter als Körnchenreihen in der Muskelfaser sah, zu der Annahme eines Zusammenhangs der Nervenausbreitung in der Muskelfaser mit der contractilen Substanz kommen konnte.

Cuccati[3] hat die motorischen Nervenendigungen bei Fröschen und bei Triton cristatus studirt. Aus der Darstellung seiner Untersuchungen geht deutlich hervor, dass auch er nicht die frischen Methylenblaupraeparate untersucht, sondern sie gleich in pikrinsaures Ammoniak geworfen hat, in dem die Färbung zum grössten Theil zerfiel. In Folge davon haben die Bilder,

[1] *Sitzungsberichte der math.-phys. Classe der k. bair. Akademie der Wissenschaften.* 1889. Bd. II.

[2] *Internationale Monatsschrift für Anatomie und Physiologie.* Bd. V. Hft. 5; — Bd. VI. Hft. 7.

[3] A. a. O.

die er gesehen und gezeichnet hat, ihm keine Veranlassung gegeben, sich über die Annahme zweier verschiedener Theile in den Nervenendigungen auszusprechen.

Körnchen in Längsreihen im Axencylinder sahen Key und Retzius[1] schon in mit schwacher Osmiumsäure behandelten Nervenfasern. Sie sahen hier den Axencylinder längsgestrichelt, die einzelnen Striche aber aus dichtgedrängten Körnchen bestehend und auf sehr lange Strecken verfolgbar.

Auch Schiefferdecker scheint in seiner oben berührten Arbeit Aehnliches gesehen zu haben. Retzius hat neuerdings in seiner schon erwähnten Publication über den Bau des Axencylinders eine hierhergehörige Beobachtung gemacht.

Bei directer Behandlung von Nerven mit Methylenblau und pikrinsaurem Ammoniak sah er in den Axencylindern eine schöne violette Färbung von Körnchenreihen, die den knotigen Fibrillen der Osmiumsäure-Säurefuchsinbilder zu entsprechen scheinen. „Gerade wie die ‚varicösen‘ Fäserchen“ — so fährt er fort — „der durch Methylen gefärbten Axencylinder sehen auch die in derselben Weise behandelten einzeln verlaufenden peripheren Fibrillen in den Endausbreitungen der Nerven aus.“

Aus Retzius' Darstellung scheint mir hervorzugehen, dass er mittels Methylenblau in dem Axencylinder markhaltiger Nervenfasern zwar Reihen von Körnchen, aber keine diese zu Fibrillen verbindende Fädchen gesehen hat. Ich kann mich deshalb seiner Deutung, in der er jene Körnchenreihen mit varicösen Fibrillen identifizirt, nicht anschliessen und bemerke ausdrücklich, dass ich niemals die Körnchen durch Fädchen untereinander verbunden sah.

Ich komme nun zu einem sehr interessanten Befunde, den die Ranvier'schen Einschnürungen unter gewissen Bedingungen darbieten.

Die gezupften blauen Nervenfasern zeigen an diesen Stellen folgendes: In den Fasern, in denen ein Centralfaden sichtbar ist, geht dieser und zwar nur er allein continuirlich von einem Marksegment in das anstossende über, ohne dass seine Färbung oder sein Kaliber hier irgend etwas auffälliges zeigt und ohne dass sich ausser ihm noch etwas in der Schnürstelle gefärbt erweist.

Die Markscheide legt sich an ihrer Unterbrechungsstelle an den Centralfaden an und trennt so den peripheren Axencylinder von der eigentlichen Schnürstelle, welche nur vom Centralfaden durchzogen wird. (Fig 8.)

---

[1] *Studien in der Anatomie des Nervensystems und des Bindegewebes.* Stockholm 1876.

In allen diffusblauen Fasern, in denen kein Centralfaden sichtbar ist, wird der Axencylinder an der Schnürstelle sehr stark verengt und diese wird von einem blauen Faden durchsetzt, der dasselbe Kaliber hat wie ein Centralfaden und ausser welchem in der Schnürstelle nichts gefärbt ist. Somit zeigen diese Fasern in der Schnürstelle dasselbe Bild wie die, in denen ein Centralfaden sich zeigt.

Ich stehe also auf der Seite aller der Autoren, welche beim Frosch den Axencylinder an der Schnürstelle verschmälert sehen.

Anders verhält sich das Bild von der Schnürstelle, wenn man zu einem solchen gezupften Methylenblaupraeparate einen Tropfen Hoyer'sches Pikrokarmin zusetzt. An allen gefärbten Fasern treten nach ganz kurzer Zeit in sehr grosser Menge die zuerst von Ranvier beschriebenen und von ihm durch Versilberung dargestellten Kreuze auf. (Fig. 9 und 10.) Ich bemerke von vornherein, dass ich nie an so behandelten Fasern den im Schnürring liegenden Querstreif, der nach der allgemeinen Ansicht der Kittlinie zwischen den beiden Segmenten der Schwann'schen Scheiden entspricht, gesehen habe. Es ist hier nur von einem Gebilde innerhalb der Schwann'schen Scheide die Rede.

Ich habe das Kreuz an allen Nervenfasern mit blauem Axencylinder mit und ohne Centralfadendifferenzirung auftreten sehen; ob es auch an Fasern mit isolirter Centralfadenfärbung auftritt, konnte ich noch nicht mit genügender Sicherheit nachweisen.

Stets ist das ganze Kreuz undurchsichtig, rothschwarz gefärbt und zeigt sehr scharfe Contouren. Es tritt lange vor dem Rothwerden des Centralfadens oder Axencylinders auf. An Praeparaten, die lange in Glycerin gelegen haben, ist der Längsstab des Kreuzes nur schwach gefärbt und etwas durchsichtig und zeigt bei etwas geneigter Stellung des Querbalkens, der sehr dunkel gefärbt ist, das Loch in dessen Mitte.

Der Querbalken ist das von Ranvier sogenannte Renflement biconique. An meinen Praeparaten stellt es theils eine quergestellte Ellipse (Fig. 9) theils ein ebenso gestelltes, ganz schmales Rechteck im optischen Durchschnitt dar. (Fig. 10.) Es liegt nahe, beide Figuren derart aufzufassen, dass die erstere einer geneigt, letztere einer ganz senkrecht stehenden Kreisscheibe entspricht.

Der Längsstab des Kreuzes setzt sich je nach der Färbekategorie der Faser in verschiedener Weise in das Marksegment hinein fort. Man studirt diese Verhältnisse am besten nach Einwirkung einer protrahirten Pikrokarminbehandlung der Praeparate.

An den Fasern, die einen Centralfaden haben, erscheint der Längsstab als dessen direkte Fortsetzung, ist aber durch seine schwarzrothe Färbung von diesem unterschieden. Gewöhnlich ist es sehr deutlich zu sehen, dass

der Centralfaden erst an der Stelle, wo die Markscheide sich an ihn legt, diese dunkele Farbe annimmt und nach Durchsetzung der Schnürstelle an der correspondirenden Stelle des folgenden Marksegments die gewöhnliche Burgunderfarbe wieder annimmt. (Fig. 9.) Ich komme unten noch auf die Erklärung dieser eigenthümlichen Färbung des in der Schnürstelle liegenden Centralfadenstücks zu sprechen.

Auch wenn die Färbung des Centralfadens in dem Marksegment durch die Pikrokarmineinwirkung körnig zerfällt oder ganz verschwindet, zeigt trotzdem die Schnürstelle das rothschwarze Kreuz, dessen Längsstab dann gleich bei oder kurz nach Erreichung der Markscheide sich in Körnchenreihen weiter fortsetzt oder ganz aufhört.

Die Fasern, deren Axencylinder bei der angegebenen Behandlung rosafarben wird, bei denen also die Fibrillen über den ganzen Querschnitt des Axencylinders zerstreut sind, zeigen an der Schnürstelle dasselbe Bild wie oben beschrieben, aber wenn hier der Längsstab in das Marksegment eintritt, fasert er sich pinselförmig auf und folgt, indem er dabei rasch seine schwarzrothe Färbung verliert, mit seinen äussersten Ausstrahlungen der inneren Markcontour (Fig. 10).

Hieraus geht somit hervor, dass in allen Nervenfasern die Fibrillen des Axencylinders die Schnürstelle sehr fest aneinandergepresst durchsetzen.

In allen Fasern ist der Längsstab des Kreuzes von ungefähr gleicher Länge, auch wenn die Fasern noch so lange in dem Pikrokarmin gelegen hatten. Nach Ranvier, bei dem der Längsstab gleich dem Axencylinder ist, ist die Länge dagegen von der Dauer der Silberbehandlung abhängig. Er schreibt darüber in dem „traité téchnique d'histologie“:[1] „Aussi la longueur de la branche longitudinale de la croix dépend-elle, dans une certaine mesure, de la durée de l'immersion. Si elle a été courte, il peut même se faire que la barre transversale de la croix, celle qui correspond à l'étranglement annulaire, soit seule dessinée.“ Diese alleinige Färbung des Querstabes konnte sich bei der von mir benutzten Methode nie constatiren. Nicht selten durchbohrt der Centralfaden die Kreisscheibe des renflement excentrisch, ein Befund, den auch die Silbermethode schon ergab.

Sehr häufig ist durch das Zupfen der Centralfaden mit dem renflement eine Strecke weit der Länge nach in der Faser verschoben, so dass er in ein Marksegment gerathen ist. (Fig. 11.) Auch hier sind das renflement und der Längsstab des Kreuzes, obwohl sie bei der angegebenen Behandlung der Praeparate nach ihren Verschiebungen erst gefärbt wurden, sehr dunkel und zeigen von den an der Schnürstelle gefärbten keinerlei Abweichungen. Das Hoyer'sche Pikrokarmin hat hier durch die Markscheide

[1] *Traité téchn. d'histolog.* p. 725.

und die periphere Axencylindersubstanz hindurch gewirkt. An der von dem verschobenen Kreuz verlassenen Schnürstelle zeigte der Centralfaden keine andere Färbung als in den Markscheiden; die **Schwann**'sche Scheide ist am Schnürring vollkommen erhalten und zeigte ihre normale Einsenkung. Liegt das Kreuz in situ, so berührt die tiefste Stelle der Einsenkung der **Schwann**'schen Scheide den Rand des renflement und es entstehen hier zu beiden Seiten des Längsstabs je zwei kleine durch das renflement von einander getrennte Felder von unregelmässig viereckiger Gestalt.

In den Fasern, in denen die Fibrillen auf dem ganzen Axencylinder zerstreut erscheinen, sieht man nicht selten auch ein in ein Marksegment verschobenes Kreuz. Ob hier der Axencylinder in toto verschoben ist oder ob durch einen durch das Zupfen ausgeübten Druck das Kreuz in Folge seiner festeren Consistenz bloss in den Axencylinder hinein getrieben ist, weiss ich nicht. Die Anordnung der Fibrillen allein könnte hierüber Auskunft geben, doch sind dieselben — wie schon erwähnt — in der Markscheide nur sehr schwierig zu erkennen. Die betreffenden Schnürstellen sieht man in diesen Fasern mit verschobenem Kreuz von einem rosafarbenen Strang von der Breite eines Centralfadens durchzogen, der weiter nichts auffälliges bietet.

Ich komme nun zu der Frage, warum der Längsstab des Kreuzes sich vor dem Centralfaden durch besonders intensive Färbung auszeichnet. Anfangs glaubte ich, man müsse zu der Erklärung dieses Phaenomens eine besondere Schicht um das die Schnürstelle durchziehende Stück Centralfaden annehmen, die von derselben Substanz, wie das Renflement, wäre; doch ist noch eine andere Erklärung möglich.

Man kann sich nämlich vorstellen, dass die so dunkle Färbung des Längsstabes dadurch bedingt ist, dass es hier den Fibrillen ermöglicht ist, bei der Pikrokarminwirkung die allerdichteste Aneinanderlagerung einzugehen. Damit stimmt der regelmässige Befund, dass der Längsstab, wie er sich nach Pikrokarminbehandlung darstellt, bedeutend schmäler ist als der Centralfaden im Marksegment und zwar erreicht diese Verschmälerung an der Stelle, wo das renflement aufsitzt, den höchsten Grad. Dass eine dichtere Fibrillenanordnung eine viel dunklere Farbe bedingt, zeigt schon der rosafarbene Axencylinder, wenn man ihn mit dem burgunderrothen Centralfaden vergleicht.

Dass das Renflement ein von den Axencylinderconstituenten differentes Gebilde sein muss, beweist schon die Unmöglichkeit, es mit Methylenblau allein zu färben. Es ist eine kreisförmige quergestellte Scheibe, die von den zusammengepressten Fibrillen des Axencylinders in ihrer Mitte durchbohrt wird.

Der Jodjodkaliumlösung kommt eine ganz analoge Wirkung auf die Schnürstelle und das renflement zu wie dem Pikrokarmin.

Eben so wenig wie der alleinigen Einwirkung des Methylenblau kommt der alleinigen Behandlung mit dem Hoyer'chen Pikrokarmin oder der Jodlösung ein solches Hervortreten der renflements biconiques zu, nur die Combination der Reagentien bringt dies zu Stande.

Mitunter ist der Centralfaden an der Schnürstelle gerissen, und dann trägt das eine Rissende, das regelmässig relativ weit in ein Marksegment geschlüpft ist, sehr oft die ganze Kreisscheibe, die den Querstab darstellt, so dass diese als knopfförmiges Ende des einen Centralfadenstückes erscheint, während das andere Stück eine schwarzrothe stumpfe Spitze darstellt.

Die geschilderte starke Verschmälerung des Längsstabs gerade an der Stelle, wo er das Renflement trägt, begünstigt ohne Zweifel sehr das Reissen daselbst und erklärt so leicht das Zustandekommen dieses Bildes.

Die Querscheibensubstanz muss schon vor ihrer Färbung eine nicht unbedeutende Consistenz haben, andernfalls könnte sie nicht bei ihrer Längsverschiebung in ungefärbtem Zustande die Markpartien, die ihr im Wege stehen, beim Eingang in ein Marksegment ohne wesentliche Alterationen ihrer Form durchbrechen. Dies zur Seite gedrängte Mark legt sich gleich wieder fest um den Centralfaden und trennt wieder die periphere Axencylindersubstanz von der Schnürstelle.

Freie burgunderrothe Centralfäden und freie rosafarbene Axencylinder sah ich oft mit Querscheiben und scharf abgesetztem Längsstab.

Die verschiedenen Forscher, die sich mit den renflements biconiques beschäftigten, sind zu sehr abweichenden Resultaten gekommen.

Axel Key und Gustaf Retzius[1] schildern diese Gebilde in ihrem umfassenden grossen Werke wie folgt: Sie konnten zuweilen Gebilde, welche so ziemlich den von Ranvier beschriebenen und nach seinem Dafürhalten zur Verschliessung der Einschnürungen dienenden biconischen Verdickungen der Axencylinder entsprechen, wahrnehmen. Ihrer Ansicht nach gehören aber diese durch die Versilberungsmethode hervorgerufenen Bildungen in der That nicht zu der eigentlichen Axencylindersubstanz, sondern vielmehr zu der aussen umgebenden Belegschicht; sie sind auch gar nicht constant. Durch Goldchlorid, Osmiumsäure und andere Methoden lassen sie sich nicht nachweisen.

Speciell am Frosch, bei dem der Axencylinder — wie auch Ranvier annimmt — unverschmälert durch den Schnürring geht, färbt sich durch

[1] A. a. O.

die Silbermethode in der Regel ein brauner, mehr oder weniger breiter Ring der Schwann'schen Scheide, und am Axencylinder tritt entweder eine mehr unregelmässig körnige Färbung oder gewöhnlicher eine Reihe von bald dicht zusammenliegenden feinen Querstreifen, bald breiteren, dickeren Bändern, welche wie Ringe den Axencylinder umfassen, hervor.

Tizzoni[1] schreibt dem Axencylinder in seiner ganzen Länge gleichmässige Dicke zu, erkennt an den Einschnürungen eine ringförmige Spalte zwischen Axencylinder und Schwann'scher Scheide und hält das renflement für kein normales Gebilde.

Hesse[2] stimmt hierin mit Tizzoni überein. Auch er konnte sich nicht von dem Vorhandensein eines geformten ringförmigen Gebildes an der Schnürstelle überzeugen, noch fand er jemals, dass der quere Schenkel des Silberkreuzes eine so regelmässige biconische Form hat, wie es Ranvier darstellt. Er erklärt sich ihr Zustandekommen auf folgende Art. An der Schnürstelle befindet sich zwischen Schwann'scher Scheide und dem Axencylinder ein ringförmiger Spalt, der mit eiweissartiger Flüssigkeit erfüllt ist. Das durch die Silberlösung gefällte Eiweiss umgiebt den Axencylinder wie eine kleine durchbohrte Platte und bildet mit der geschwärzten Kittlinie der Schwann'schen Scheide den queren Schenkel des Silberkreuzes. Verschiebt sich der Axencylinder, so kann der Silbereiweissring an ihm ganz oder theilweise haften bleiben, während die Kittlinie ihren Platz stets beibehält.

So entstehen die Bilder, in denen man an der Einschnürung eine schwarze Querlinie sieht, während der Axencylinder erst in einiger Entfernung das Silberkreuz zeigt. Häufig bleibt der Silberring an der Einschnürung haften, während sich der Axencylinder verschiebt, und dieser besitzt alsdann nur einen schwarzen Längsschenkel, dessen Breite mit der des übrigen Axencylinders völlig übereinstimmt. Eine derartige Loslösung des Querstabes von dem Längsstabe habe ich an meinen Praeparaten niemals beobachtet.

Nach Rawitz[3] wird die Ranvier'sche Einschnürung im lebenden Organismus durch einen Ring blasser Substanz gebildet, der den Axencylinder umgiebt, die Continuität des Markes unterbricht und die Flüssigkeit leicht diffundiren lässt. Die Schwann'sche Scheide ist an dieser Stelle durch einen ringförmigen, das Lumen der Faser verengernden Wulst verdickt. Er sieht somit kein renflement und zeichnet den Ring blasser Substanz als ein ziemlich schmales Querband.

[1] *Sulla patologia del tessuto nervoso.* Torino 1878.
[2] *Dies Archiv.* 1879.
[3] *Dies Archiv.* 1879.

Lavdowsky[1] fand isolirte, mit Silber und anderen Färbemitteln tingirte Axencylinder in festem Zusammenhang mit den den Schnürringen angehörigen Scheiben. Auch bei den in ein Marksegment verschobenen Schnürringstellen des Axencylinders vermisste er nie diesen festen Zusammenhang. Die Schnürringscheibe, welche vom Axencylinder durchbohrt wird, liege sie im Schnürring oder nicht, stellt nur eine besondere Verdickung der Axencylinderscheide dar. Er findet also die Schnürringscheibe der Autoren als ein Adnex der dem Axencylinder angehörigen Membran. Physiologisch sind alle die scheibenförmigen Adnexe der Axencylinderscheide im Schnürring der Schwann'schen Scheide fest eingeklemmt und können ohne Reagentien nicht isolirt werden.

Für die Ansicht, dass die Axencylindersubstanz und die Substanz des Ranvier'schen Kreuzes differente seien, bringt Rumpf[2] in seiner Arbeit „Zur Histologie der Nervenfaser und des Axencylinders" folgende Beweise vor. Er fand, dass die Substanz des Axencylinders der durch doppelte Durchschneidung aus ihrem Zusammenhang mit Centrum und Peripherie gebrachten Fasern sich in Körperlymphe innerhalb und ausserhalb des Körpers löst.

Vier Tage nach der Durchschneidung ward der im Körper belassene nervus ischiadicus des Frosches gut gezupft, der Einwirkung von Arg. nitr.-Lösung ausgesetzt und nach gutem Auswaschen dem Sonnenlichte exponirt. Man sieht an den Schnürringen dieselben schwarzen Kreuze, wie sie Ranvier zuerst dargestellt hat, und von ihnen aus lässt sich deutlich der angebliche Axencylinder mit den abwechselnden dunkeln und hellen Querstreifen, hie und da auch mit fibrillären Längsstreifen in der ganzen Länge der Faser bis zum Schnittende verfolgen. Dabei überzeugte sich Rumpf stets durch Controlpraeparate, dass der Axencylinder wirklich verschwunden war. Damit — fügt er hinzu — ist auf das evidenteste bewiesen, dass der mit Arg. nitr. seither deutlich gemachte Theil der Faser unmöglich der Axencylinder sein kann.

Nach Mondini[3] geht der Axencylinder ohne Kaliberveränderung durch die Einschnürungsstelle, schwillt aber etwas an, sobald er in die Markscheide eingetreten ist. Das renflement hat nach ihm keine reelle Existenz. Es beschreibt eine periaxiale und eine perimyeline Membran nach einer modificirten Silberbehandlung. An den Ranvier'schen Schnürringen geht die periaxiale Membran von einem Segment in das andere ununterbrochen, den Axencylinder einhüllend; an der Stelle aber, wo

[1] *Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften.* 1879. Nr. 46.

[2] *Untersuchungen aus dem physiologischen Institut der Universität Heidelberg.* 1882. II.

[3] *Archives italiennes de Biologie.* 1884. Bd. V.

dieser das Mark verlässt, inserirt sich an seine Membram die perimyeline und verliert so ihre Continuität. Das renflement kommt zu Stande durch eine schräge Lagerung der Endstücke der perimyelinen Membranen an der Schnürstelle. Bei tiefer Einstellung des tubus sieht man die Markenden von einander entfernt, bei hoher Einstellung entsteht das Bild des renflement. „Il suffit que l'obliquité soit un peu plus grande ou bien que la coloration du nitrate d'argent diffuse un peu pour qu'il devienne impossible de saisir une telle disposition des choses.“

Kölliker[1] hat die renflements biconiques an Silbernerven des Frosches oft gesehen, ebenso oft aber auch vermisst, und es sind dieselben nach diesem Autor sicher keine typische Erscheinung. Treibt man an solchen Nerven den Axencylinder durch Eisessig heraus, so findet man das renflement biconique auch an dem isolirten Axencylinder, zum Beweis, dass dasselbe von einer Substanz herrührt, die dem Axencylinder unmittelbar auflagert.

Boveri,[2] der unter Kupffer arbeitete, kam zu einer ganz neuen Ansicht über den feineren Bau der markhaltigen Nervenfaser, auf die wir näher eingehen müssen, um seine Theorie über das Zustandekommen des renflement an Silbernerven zu verstehen. Seine Untersuchungsmethode war die von Kupffer angegebene, der wir schon oben gedachten. Nach Boveri hört die Schwann'sche Scheide nicht in der bisher angenommenen Art an den Enden eines Marksegments, d. i. an den Schnürringen auf, vielmehr wendet sie sich nach innen und bekleidet nun als „inneres Neurilemm“ die Innenfläche der Markscheide.

Die Schwann'sche Scheide besteht somit aus den aneinander gereihten äusseren Blättern vollständig in sich geschlossener Membranen von der Form zweier concentrisch ineinander gesteckter, an beiden Enden ineinander übergehender cylindrischer Röhren. Die innere dieser beiden cylindrischen Membranen gehört entschieden zur Markscheide und nicht zum Axencylinder und ist unzweifelhaft mit der Axencylinderscheide Kuhnt's und wahrscheinlich auch mit jener Hans Schultze's identisch.

Das Mark endet an der Schnürstelle in der Weise, dass es, stets dem äusseren Neurilemm dicht angeschmiegt, sich allmählich zu einer scharfen Kante auszieht, die sich deutlich bis an den Umschlagsrand verfolgen lässt. Indem nun das innere Neurilemm dieser Verschmälerung der Markscheide nicht folgt, bleibt zwischen beiden ein ringförmiger Raum übrig, von dem Boveri nicht zu sagen im Stande ist, wie er ausgefüllt ist.

---

[1] *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie.* 1886. Bd. XLIII.

[2] *Abhandlungen der math.-physik. Classe der k. baierischen Akademie der Wissenschaften.* 1886. Bd. XV.

Die beiden Ewald-Kühn'schen Hornscheiden sind nichts anderes als das innere und äussere Neurilemm. Die Längschnitte zeigen an den Ranvier'schen Schnürringen folgendes Verhalten: Das innere Neurilemm bewahrt auch in der Schnürstelle annähernd seinen durch die Dicke der Markscheide bedingten Abstand von der Schwann'schen Scheide und wiederholt so gewissermaassen die äussere Form der Einschnürung. Der Axenraum wird dadurch von beiden Seiten ziemlich rasch beträchtlich verengert, so dass sein Durchmesser an der engsten Stelle nur etwa noch die Hälfte oder den dritten Theil von dem des übrigen Rohres beträgt.

Diese am stärksten verengte Stelle nun beschränkt sich nicht, wie dies an der Schwann'schen Scheide zumeist der Fall ist, auf einen schmalen Ring, sondern erstreckt sich noch auf beiden Seiten des Schnürrings auf ein nicht unbeträchtliches Stück, so dass hier der Axenraum sich abermals, wenn auch nur auf kurze Strecke, als ein Cylinder darstellt. Er nennt diesen Raum kurzweg „die Enge des Axenraums". Nicht selten ist dieser Raum gerade in der Ebene des Schnürrings wieder etwas erweitert und nähert sich so der Form zweier mit ihren Grundflächen aneinander gestellter Kegelstümpfe. Der Axencylinder besteht aus feinsten Fibrillen, die in einer serösen Flüssigkeit flottiren. An der Schnürstelle folgen die Nervenfibrillen passiv der beschriebenen Verengerung des Axenraums. Mit Beginn derselben fangen sie an, ganz scharf zu convergiren und erscheinen im Bereich der „Enge" derart zusammengepresst, dass der sonst beträchtliche interfibrilläre Raum nahezu auf Null reduzirt wird. Diese Schilderung Boveri's stimmt sehr mit den Silberbildern Engelmann's überein, abgesehen von der von diesem Forscher hier beschriebenen Discontinuität des Axencylinders.

Nach Boveri liegt die Bedeutung der Einschnürung nicht in der Ernährung des Axencylinders, wie Ranvier und viele Andere annehmen, auch erklärt diese Ansicht nicht die Form der Einschnürung und das Zusammenpressen der Fibrillen, vielmehr liegt ihre Bedeutung wie die der Schwann'schen Scheide darin, die störenden Einwirkungen mechanischer Insulte unschädlich zu machen. Die Nervenfibrillen, die im übrigen Theil des Axenraums frei flottiren, erhalten hier dadurch, dass sie enge zusammengepresst werden, eine sichere Führung, ausserdem aber machen die Einschnürungen die Faser zu einer Kette kurzer Glieder, die gleichsam durch Gelenke mit einander verbunden sind, so dass starke Biegungen, die an einem anderen Rohre nothwendig Knickungen hervorrufen müssen, an diesen gelenkigen Verbindungen ohne Schädigung sich vollziehen können.

Zur Erklärung der Silberbilder an den Schnürstellen bespricht Boveri zuerst die Bedingungen, unter welchen die Silberniederschläge erfolgen.

Er kommt durch verschiedene Experimente an Nervenfasern, Blut-

körperchen und Froschmesenterien zu dem Schlusse, dass für die als Kittlinien bezeichneten Niederschläge, die durch Behandlung frischer thierischer Gewebe mit verdünnter Höllensteinlösung auftreten, nicht eine specifische Substanz bedingend ist, sondern nur der innige Contact zweier Gewebselemente, vielleicht darf man direct sagen: die Adhäsion. Es folgt daraus weiter, dass Niederschläge, die unter den genannten Umständen auftreten, auf nichts anderes schliessen lassen, als auf eine solche innige Berührung, gleichviel ob diese in der Natur des Gewebes begründet oder künstlich hervorgebracht wird. Er hält es immerhin für möglich, dass man zur Erklärung des Zusammenhaltes der Gewebe eine Kittsubstanz annehmen muss, aber nicht als Bedingung für die Silberreduction. Auf diese Weise entstehen folgende zum Zustandekommen der Bilder an den Schnürstellen nöthige Niederschläge:

1. an den Berührungsstellen der an den Schnürringen zusammenstossenden Segmente der Schwann'schen Scheide;

2. zwischen den Nervenfibrillen selbst. Sie sind, abgesehen von der kurzen Strecke in der Axenraumenge, zu weit von einander entfernt, als dass sich ein Contactniederschlag bei ihnen bilden könne. Werden sie aber durch die Einwirkung der Silberlösung einander genähert, so kann unter Umständen ein Niederschlag entstehen;

3. zwischen Scheidenzellen und Nervenfibrillen in der Enge des Axenraumes, also da, wo die verengten Enden der genannten Zellen die zu einem verhältnissmässig soliden Bündel zusammengepressten Nervenfibrillen dicht umschliessen. Der Niederschlag stellt hier im Allgemeinen einen kurzen Cylindermantel dar. Die beiden genannten Niederschläge können jeder für sich oder combinirt auftreten, im letzteren Falle entsteht das Ranvier'sche Kreuz, aber nicht das ebenfalls kreuzförmige renflement biconique.

Hieran knüpft Boveri die Erklärungen und die Schilderungen mehrerer Modificationen, die der Silberniederschlag am Schnürring zeigt, und von denen nur eine als besonders wichtig hervorgehoben werden soll. Wenn die Enge des Axenraumes die oben geschilderte Doppelkegelgestalt hat, so wiederholt der Silberniederschlag mit seiner äusseren Fläche diese Form und geht in der Ebene des Schnürringes in den Niederschlag zwischen den Scheidenzellen über, während die innere, dem Fibrillenbündel anliegende cylindrisch bleibt. So entsteht das renflement biconique, das Ranvier als praeformirtes Gebilde beschreibt. Bei der eintretenden Längsverschiebung glaubt Boveri nicht, dass der Niederschlag sich dabei vom inneren Neurilemm ablöst, sondern vielmehr dieses seinen Zusammenhang mit dem äusseren Neurilemm aufgiebt und sich als Axencylinderscheide mitverschiebt, indem der Axencylinder sich meist mit dieser Membran isolirt.

Jacobi[1] betrachtet die renflements auf Grund seiner Haematoxylinfärbung, und weil er sie bei zufällig vom Axencylinder abgerissenen Schwann'schen Scheiden noch diesem aufsitzen sah, als dem Axencylinder angehörig. Nach ihm reicht die Markscheide nicht bis zum Schnürring heran, wie Boveri es annimmt. An mit saurem Ehrlich'schen Haematoxylin behandelten Praeparaten sah er constant an allen Schnürringen, in der Nähe des Schnürringes von der inneren Seite des Markes eine intensiv gefärbte Linie — die Axencylinderscheide — sich loslösen und im Bogen nach dem Schnürringe zur Schwann'schen Scheide ziehen, die aber noch vor der Einschnürung erreicht wird. Es entsteht also eine Erhebung auf dem Axencylinder, die breit der Schwann'schen Scheide anliegt. Diese erscheint am Schnürring nicht verdickt und nicht unterbrochen, und der Axencylinder ändert sein Kaliber an dieser Stelle nicht. Dass die Axncylinderscheide und die Schwann'sche Scheide den Werth einer das Mark einschliessenden Zellmembran haben, wie Boveri will, kann man hiernach nicht annehmen; ob die Axencylinderscheide im Schnürring sich an die Schwann'sche Scheide anlegt und continuirlich durch die Schnürstelle zieht, oder ob sie gleich dem Mark in einzelne Abschnitte zerfällt lässt Jacobi unentschieden, neigt aber nach den Bildern, die er in dem Markstrom nach Wassereinwirkung erhalten hat, zu der letzteren Ansicht.

Die Verschiedenheit seiner Bilder mit denen Boveri's erklärt er durch die gleichmässig glänzende Farbe, die das von Boveri benutzte Säurefuchsin den Fibrillen, der Schwann'schen, Henle'schen und Axencylinderscheide giebt, ohne den geringsten Färbungsunterschied zwischen diesen Elementen zu erzeugen.

In den Zeichnungen Jacobi's erscheinen die renflements viel kleiner und auf dem optischen Durchschnitte spitzer als in den Ranvier'schen Abbildungen, mit denen die Kaliberverhältnisse meiner renflements übereinstimmen.

Nach Ranvier ist der Uebergang der Basen der beiden Kegel kein plötzlicher, wie ihn Jacobi zeichnet, sondern er beschreibt hier un petit méplat fort net qui rappelle une troncature de l'angle dièdre d'un cristal.

Schiefferdecker[2] sieht überall, wo sich eine Markscheide findet, an peripheren wie centralen Fasern, diese auf doppelte Weise unterbrochen, nämlich durch Lantermann'sche Einkerbungen und Ranvier'sche Schnürringe. An beiden Arten der Unterbrechungsstellen liegt zwischen den Markstücken eine Zwischensubstanz, die sich so gleichartig verhält, dass sie wahrscheinlich an beiden Stellen dieselbe ist. Durch die Silberlösung und

[1] *Verhandlungen der phys.-med. Gesellschaft zu Würzburg.* 1887. Bd. XX.

[2] *Archiv für mikroskopische Anatomie.* Bd. XXX.

andere Reagentien tritt eine Gerinnung der Zwischensubstanz zu festeren Gebilden ein, die die Form der Räume, in welchen sie liegen, wiedergeben: ringförmige Platten bei den Ranvier'schen Einschnürungen, Trichter bei den Lantermann'schen Einkerbungen. Die Platten nennt er Zwischenscheiben, die Trichter Zwischentrichter. Die Schwann'sche Scheide stellt einen der Form und Grösse der Nervenfaser entsprechenden, homogenen, in seiner ganzen Länge geschlossenen Schlauch dar, der keine nennenswerthen Unterschiede in der Wanddicke während dieses Verlaufes erkennen lässt, also auch keine Verdickungen oder Verdünnungen an den Ranvier'schen Schnürringen. Da sie sich genau nach der Form der Faser richtet, so macht sie auch die Verengerung an der Stelle der Zwischenscheibe mit. Hier zeigt sie ungefähr ihre ursprüngliche Weite, an den Marksegmenten ist sie durch die im Laufe der Entwickelung zunehmende Markmasse erweitert.

Der Axencylinder ist ein mehr oder weniger regelmässiger Cylinder mit wahrscheinlich überall gleichmässigem Durchmesser, auch an den Zwischenscheiben ist er nicht verschmälert. Er besitzt eine äusserst dünne Rinde, die mit den bisher beschriebenen Axencylinderscheiden nicht identisch ist, und den Inhalt dieses Rindenschlauches stellt wahrscheinlich eine sehr leicht bewegliche, daher mehr flüssige, wasserhaltige Eiweisssubstanz dar. Von der Anwesenheit von Fibrillen hat sich Schiefferdecker nicht überzeugt; jedenfalls müssten dieselben an Masse nur einen kleinen Theil des Axencylinders einnehmen.

In einem Nachtrag[1] zu der citirten Arbeit bemerkt Schiefferdecker, dass schon Tourneux und Le Goff[2] die Schnürringe und Lantermann'-schen Einkerbungen im Ochsenrückenmark gesehen haben. Es sind dies Beobachtungen, die sehr von der Boveri'sche Ansicht von dem Verhalten der Schwann'schen Scheide abweichen, denn Boveri lässt die Ranvier'sche Einschnürung durch das Umschlagen der Schwann'schen Scheide auf die Innenseite des Markes zu Stande kommen, eine Erklärung, die für die Einschnürungen an den markhaltigen Nerven des Centralnervensystemes nicht zutreffen kann, da diese bekanntlich der Schwann'schen Scheide entbehren. Zugleich gewinnt Ranvier's Theorie von der Wichtigkeit der Einschnürungen für die Ernährung des Axencylinders hierdurch bedeutend an Wahrscheinlichkeit.

Nach Jakimovitch[3] gehört das Renflement der Axencylindersubstanz an und entsteht entweder durch eine Quellung dieser Substanz durch die

---

[1] *Archiv für mikroskopische Anatomie.* Bd. XXI.
[2] Robin, *Journal de l'anatomie.* 1875.
[3] A. a. O.

Reagentien an den Stellen, wo jene heftiger einwirken, d. i. an den Schnürringen, oder es verdankt sein Entstehen dem Umstande, dass die breiten Fromann'schen Linien an diesen Stellen näher an einander rücken und das dünne, durch die Versilberung spröde gewordene Axolemm zurückdrängen.

Gedoelst[1] sieht den Axencylinder an der Schnürstelle verengt. Er hält das Renflement biconique für einen Silberniederschlag, für den man noch nicht im Stande ist, eine genügende Erklärung zu geben, und legt ihm deshalb gar keine Bedeutung für die Structur der Schnürstelle bei. Dagegen beschreibt er an Silber- und an Osmiumsäurepraeparaten an der Schnürstelle eine quergestellte Membran aus Elastin oder Plastin, die durch Verdickung der Axencylinderfibrillen gebildet sein und eine Zellmembran zwischen zwei Marksegmenten darstellen soll. Diese Membran unterbricht nicht die Continuität der Fibrillen, sondern ist nur, wie jede richtige Zellmembran, eine Differenzirung des Zellprotoplasma und zwar hier des Protoplasma's der Fibrillen. Die Schwann'sche Scheide sieht Gedoelst continuirlich über die Schnürstellen hinwegziehen und hier der Quermembran als Insertionsstelle dienen.

An denjenigen Schnürstellen, an denen die Axencylinderfibrillen nicht den ganzen Raum innerhalb der Schwann'schen Scheide ausfüllen, erscheint die Membran stark peripher verdickt und im optischen Durchschnitt als zwei Dreiecke, deren Basis der Schwann'schen Scheide anliegt und die Gedoelst Plaque complétive nennt.

Die marklosen Nervenfasern.

Meine Untersuchungen über diesen Gegenstand sind noch nicht zum Abschluss gelangt und veröffentliche ich hier nur meine bisherigen Resultate.

a) Die Fila olfactoria.

Ich untersuchte sie bei Fröschen und Meerschweinchen. Die Thiere waren entweder auf die von mir gewöhnlich angewandte und oben schon geschilderte Art injicirt oder die Canüle ward durch eine feine künstliche Oeffnung — nach der von Schwalbe angegebenen Methode — im Schädeldach eingeführt und die Methylenblaulösung unter möglichst hohem Druck in die subduralen Lymphräume eingespritzt. Alsdann legte ich die Regio olfactoria in der Nasenhöhle frei, löste hier vorsichtig mit Nadeln und Scheeren die Riechschleimhaut vom Knochen und untersuchte sie dann in Kochsalzlösung gezupft.

[1] *Nouvelles recherches sur la constitut. cellul. de la fibre nerveuse.* 1889.



Erscheint die Schleimhaut makroskopisch intensiv blau gefärbt, so kann man mit Sicherheit annehmen, dass auch die Olfactoriusfasern darin gut gefärbt sind, anderenfalls — bei hellblauer Schleimhaut — ist dies nur ausnahmsweise eingetreten und hat hier das Methylenblau hauptsächlich nur die Epithelzellen und bindegewebige Elemente gefärbt.

Die Olfactoriusfasern, die auch ohne Färbung gut zu erkennen sind, sah ich immer nur ganz diffusblau gefärbt, ohne jede Differenzirung, ausser der der zahlreichen dunkler tingirten Kerne. Lässt man aber einen Tropfen Hoyer'sches Pikrokarmin zu dem Praeparate unter das etwas gelüftete Deckglas laufen und wartet einige Stunden, während denen man das Praeparat zur Verhütung des Austrocknens in die feuchte Kammer legt, so gewahrt man bei der nunmehrigen Betrachtung des Praeparates, dass diejenigen Fasern, die sich durch eine besonders intensive Blaufärbung ausgezeichnet hatten, nun eine burgunderrothe Farbe angenommen haben und eine feine Längsstreifung erkennen lassen.

Lässt man nun vorsichtig an der einen Seite des Deckgläschens Glycerin hinzulaufen, während man an der entgegengesetzten Seite das Pikrokarmin mit Filtrirpapier wegsaugt, so wird diese Längsstreifung immer deutlicher. Bei Anwendung stärkster Systeme erkennt man, dass sie durch eine fibrilläre Anordnung bedingt ist. Die Fibrillen sind von derselben Feinheit wie die Axencylinderfibrillen der markhaltigen Nervenfasern, haben nirgends Verbreiterungen und Anschwellungen, sind in der Faser über deren ganzen Querschnitt vertheilt und es ist nirgends eine centrale Ansammlung derselben sichtbar. Anastomosen und Theilungen der Fibrillen konnte ich bei der grossen Feinheit der Fibrillen unmöglich erkennen. Aus dem Vorstehenden geht hervor, dass wir zwischen den Fibrillen der marklosen Fasern des Olfactorius eine Substanz annehmen müssen, die sich — so viel ich bisher sah — immer gleichzeitig mit den Fibrillen färbt, so dass diese unsichtbar werden. Bei Pikrokarminbehandlung verliert diese Substanz ihre blaue Farbe und lässt die Fibrillen, so weit sie gut gefärbt sind, deutlich hervortreten.

Ein anderer Theil der Fasern liess mich nur sehr wenige Fibrillen erkennen, selten mehr als 3 oder 4, die oft unter einander verflochten und intensiv schwarzroth gefärbt waren. Zwischen diesen Fibrillen lag sehr viel gelbe Substanz mit vielen kleinen, unregelmässig gestalteten Körnchen (Fig. 12). Ich gehe wohl nicht irre, wenn ich annehme, dass diese Körnchen von der zerstörten Färbung der übrigen Fibrillen in der Faser herrühren. Diese Annahme gewänne noch an Wahrscheinlichkeit, wenn ich eine Anordnung der Körnchen in Längsreihen hätte beobachten können, doch gelang mir dies bisher nicht.

Wieder andere Fasern zeigten nur unförmige schwarzrothe Klumpen als Ausdruck einer zerfallenen Färbung, im Uebrigen hatten sie orangegelbe Farbe angenommen, wie dies die meisten nur schwach gefärbten marklosen Nervenfasern — analog den Vorgängen bei der Pikrokarmineinwirkung auf die markhaltige Nervenfaser — thun.

Die Endigungen der Fibrillen und ihren Zusammenhang mit den Riechzellen habe ich nicht weiter beobachtet, da dies über den Rahmen der vorliegenden Arbeit hinaus ging.

b) Die sympathischen Nervenfasern.

Auch diese untersuchte ich am Frosch und am Meerschweinchen und zwar in der Harnblase und im Mesenterum. Ich fand sie oft diffus gefärbt mit dunkleren Kernen und konnte durch Pikrokarmin die Fibrillen sichtbar machen.

Jedoch nicht selten sah ich die Fibrillen der Fasern bei blosser Methylenblauinjection. Oft unterscheiden sich jene in der Dicke gar nicht von Axencylinder- und Olfactoriusfibrillen, sie sind stark blau gefärbt und durch ganz ungefärbte Substanz von einander getrennt (Fig. 13).

In anderen Fasern dagegen sind sie etwas dicker und in weiteren Abständen als im Axencylinder oder in der Olfactoriusfaser, ferner ist ihre Anzahl in der Faser nur sehr gering — nach ungefährer Schätzung ca. 15—25. Immerhin sind es noch sehr feine Gebilde, die nur mit starken Systemen deutlich zu erkennen sind.

An diesen Fasern sind die Fibrillen viel verschlungene Linien, die entweder an allen Stellen gleiches Caliber aufweisen, oder die ganze Faser besteht aus Fibrillen, die in ziemlich regelmässigen Abständen feinste kugelrunde Anschwellungen haben, so dass die Fibrille ein varicöses Aussehen erhält (Fig. 14). Diese Anschwellungen sind mit der Fibrille ganz homogen, sind alle von gleicher Grösse und zeichnen sich nicht durch einen besonderen Glanz aus. Ich lege auf diese Eigenschaften der Anschwellungen Gewicht, da ich in dem folgenden Abschnitt darauf zurückkommen muss.

Wenn sich diese Beobachtungen über Verschiedenheiten im Bau der sympathischen Nervenfasern unter einander und zwischen diesen und den Olfactoriusfasern durch weitere Untersuchungen bestätigen, so gewinnen die Beobachtungen Boveri's über den Bau der marklosen Fasern an Interesse. Wie für die markhaltige Nervenfaser, so kommt er auch für die marklose durch die Kupffer'sche Methode zu neuen Schlüssen und beschreibt Unterschiede im Bau der Olfactorius- und sympathischen Fasern.

Boveri[1] stellt nicht markhaltige und marklose, sondern segmentirte

---

[1] A. a. O.

und unsegmentirte Fasern gegenüber; letztere sind die Remak'schen, die der nervösen Centralorgane, des Opticus und Olfactorius. Er sieht die aus Remak'schen Fasern bestehenden Nerven (Milznerv der Wiederkäuer) aus parallel verlaufenden feinen Fäden bestehen. Jeder dieser Fäden (Elementarfaser) ist nach seinen Untersuchungen selbständig und repräsentirt an sich eine Nervenfaser. Eine Scheide, die ein Bündel solcher Fibrillen zusammenhält — wie M. Schultze annimmt — existirt nicht, und Boveri stimmt hierin mit Ranvier überein. Er nennt die Fibrille Remak'sche Faser; sie unterscheidet sich von der Axencylinderfibrille der markhaltigen Faser durch die Kerne, die zu ihrer Seite liegen, und durch eine dünne Lage Nervenmark, das sie umgiebt und sich durch die Weigert'sche Haematoxylinmethode und die Prüfung auf Neurokeratin durch künstliche Verdauung mit Trypsin nachweisen lässt. Es steht nichts im Wege, den die Axe der Remak'schen Faser einnehmenden Faden der Axencylinderfibrille gleichzusetzen.

Die Olfactoriusfasern findet Boveri anders gebaut. Sie bestehen aus mit einer relativ dicken structurlosen Scheide umgebenen Fasern. Die Scheide ist ausgefüllt mit einer homogenen Marksubstanz, in der die Remak'schen Fasern stecken. Die Olfactoriusfaser wäre darnach einer markhaltigen peripheren Nervenfaser gleichzusetzen, in welcher die interfibrilläre Substanz zwischen den Axencyinderfibrillen Marksubstanz ist. Somit wäre der Unterschied zwischen den marklosen und markhaltigen Fasern nur der, dass in einem Falle die die Scheiden formirenden Substanzen jede Fibrille des Bündels einzeln umgeben, während sie im anderen Falle das Fibrillenbündel in seiner Gesammtheit umgeben.

Nach meinen Untersuchungen darf man nicht annehmen, dass sich Mark zwischen den Fibrillen der marklosen Nervenfasern befindet, denn alsdann müsste bei den diffusblauen Fasern Mark gefärbt sein und, wie ich schon bei den markhaltigen Nervenfasern betonte, färbt sich dieses nie durch Methylenblau.

Die Perlschnurfasern.

So möchte ich nach ihrer Form eine Categorie bisher noch nicht beschriebener Fasern nennen, welche ich in den Nervenstämmen des Frosches an Methylenblau-Praeparaten gesehen habe. Ich will meine Beschreibung mit Bezug auf diesen Fundort beginnen, da an diesem die bei der Besprechung der Natur dieser Fasern zum Vergleich heranzuziehenden Gewebselemente — die marklosen Nervenfasern — in ihrer Anordnung schon sehr oft Gegenstand gründlicher Untersuchung gewesen sind.

Die zu beschreibenden Fasern sind unmessbar feine Fädchen, die im Innern der Stämme in deren Längsrichtung theils gerade gestreckt, theils sanft geschlängelt verlaufen und die markhaltigen Fasern oft in spitzem Winkel kreuzen.

Man findet sie besonders häufig in nur schwach sich bläuenden Nervenstämmen; sie laufen oft in grösserer Zahl neben einander, bilden aber nie richtige Bündel, so dass jede einzelne Faser auf sehr lange Strecken hin deutlich für sich allein zu verfolgen ist.

Theilungen und Anastomosen sah ich diese Fasern niemals eingehen, auch fand ich sie nie als Begleiter von Capillaren oder anderen Gefässen des Nervenstammes. Sie sind mit sehr zahlreichen feinen Spindeln (Fig. 15; *b*) und mit viel kleineren punktförmigen Knötchen (Fig. 15; *a*) besetzt, so dass sie äusserst varicös wie feine Perlschnüre erscheinen.

Die Varicositäten einer Faser stehen ziemlich nahe, in sehr unregelmässigen Abständen bei einander. Der Verbindungsfaden derselben ist in allen derartigen Fasern ungefähr von gleicher Feinheit. Es giebt zahllose unregelmässige Variationen in der Aufeinanderfolge von Spindeln und Knötchen.

Man findet einen sehr bemerkenswerthen Unterschied zwischen den feinen punktförmigen und den grösseren spindelförmigen oder ovalen Varicositäten der Perlschnurfasern. Erstere erscheinen als homogene Anschwellungen des Verbindungsfadens (Fig. 15; *b*), letztere dagegen zeichnen sich dagegen durch einen eigenthümlichen Glanz in ihrer Mitte aus und sind hier heller gefärbt, während die Pole und die Contouren der Spindeln stark dunkelblau gefärbt sind (Fig. 15; *a*). Ich stelle daher die punktförmigen und die spindelförmigen oder ovalen Varicositäten als zwei verschiedene Gebilde gegenüber. Denn auch die feinsten Spindeln, die fast die Kleinheit der punktförmigen Varicositäten erreichen, lassen die geschilderten Eigenthümlichkeiten noch gut erkennen bei hinreichend starker Vergrösserung. Ferner sind die punkt- oder knötchenförmigen Varicositäten alle ziemlich von derselben Grösse, während die Spindeln in dieser Hinsicht grossen Schwankungen unterliegen.

Der Verbindungsfaden ist nicht continuirlich durch die ganze Faser zu verfolgen. Zwar sieht man sehr oft, dass er die Spindelvaricositäten der Länge nach — gewöhnlich etwas excentrisch — durchzieht (Fig. 15; *c*), aber da dieser Befund nicht an allen Spindelvaricositäten zu constatiren ist, so wird der Verbindungsfaden auch oft genug von diesen unterbrochen (Fig. 15; *a*). Auch dies Verhalten der Spindelvaricositäten gegen den Verbindungsfaden stellt diese den punktförmigen Varicositäten gegenüber.

Ich habe diese Perlschnurfasern sowohl an Zupfpraeparaten als an dünnen Nervenstämmen, die ich nicht zerlegte, untersucht. An den Stellen,

wo eine derartige Faser auf einer markhaltigen Nervenfaser hinzieht, lässt sich die Abwesenheit jeder sichtbaren Hülle an ihr am besten erkennen. Beim Verblassen verschwindet gewöhnlich zuerst der Verbindungsfaden, und die Faser ist dann nur noch durch in einer Reihe gelegene Spindeln und Knötchen angedeutet.

Die Perlschnurfasern konnte ich gut mit Hoyer's Pikrokarmin fixiren, ohne dass ich dabei jemals einen körnigen Zerfall der Färbung zu constatiren vermochte. Will man sie in Glycerin aufbewahren, so saugt man am besten das Pikrokarmin mittels Filtrirpapier nur zum grössten Theil vom Objectträger weg, lässt dann Glycerin unter das Deckgläschen treten und legt erst nach einer Stunde das Praeparat in reines Glycerin um.

Es giebt noch eine zweite Art von Perlschnurfasern, die in den peripheren Nervenstämmen selten, dagegen im Sympathicus ziemlich häufig anzutreffen ist (Fig. 16). Sie zeichnet sich durch lauter grosse Spindeln aus, die die Breite einer mitteldicken markhaltigen Nervenfaser erreichen und zum Theil vom Verbindungsfaden durchzogen werden (Fig. 16; *a*). Uebergänge zwischen den beiden Faserarten kamen mir niemals zu Gesicht; abgesehen von der bedeutenden Caliberdifferenz, verhalten sich diese gegen die fixirenden Reagentien und in allen übrigen Eigenschaften genau in gleicher Weise, auch der Verbindungsfaden ist bei beiden Arten von derselben Stärke.

Ueber die Herkunft und Endigung dieser Fasern vermag ich nichts auszusagen.

Die feinen Perlschnurfasern sind viel zu zierlich, als dass man daran denken könnte, sie von markhaltigen Nervenfasern abzuleiten. Viel eher drängt sich dieser Gedanke, dass man es hier mit Kunstproducten markhaltiger Fasern zu thun habe, bei den dicken Perlenschnüren auf, zumal wir oben ein Artefact beschrieben haben, das in seinem äusseren Verhalten eine nicht zu leugnende Aehnlichkeit mit der fraglichen Art der Perlschnurfasern besitzt (Fig. 1 und Fig. 4).

In diesem Falle würde der Verbindungsfaden den Centralfaden, die Spindeln die von der Myelinscheide umgebenen Anhäufungen des peripheren Axencylinders darstellen.

Gegen diese Anschauung spricht von vornherein das Fehlen einer Markdoppelcontour bei den Spindeln der Perlschnurfasern, ferner die zu regelmässige Anordnung und Gestalt ihrer Spindeln, die grosse Feinheit des sie verbindenden Fadens und die Thatsache, dass ich die Perlschnurfaser nie in eine markhaltige Nervenfaser mit glatten Contouren übergehen sah, sondern sie — oft auf sehr beträchtliche Strecken hin — immer nur in der beschriebenen Gestalt verfolgen konnte. Ein weiteres Moment gegen diese Auffassung ergiebt sich aus dem Verhalten der Spindeln der Perl-

schnurfasern gegen Hoyer's Pikrokarmin. Wären diese aus peripherer Axencylindersubstanz — aus Marksubstanz können sie nicht sein, da sich diese durch das Methylenblau nicht färbt —, so könnten sie durch diese Färbeflüssigkeit nicht fixirt werden, sondern müssten entweder in Körnchen und Kügelchen zerfallen oder die gelbe Farbe des Pikrokarmins annehmen.

Wie oben schon angedeutet, neige ich zu der Annahme, dass die dünnen und dicken Perlschnurfasern Gebilde derselben Art sind, und es fragt sich nunmehr, ob wir diese merkwürdigen Fasern als nervöse Elemente oder als Bindegewebe aufzufassen haben.

Was nun zunächst die morphologische Bedeutung varicöser Fasern überhaupt anbelangt, so sind über diese die Forscher noch nicht einverstanden. Max Schultze[1] schreibt darüber wie folgt: „Ich habe seit Beginn meiner Studien über die Endigungen der Nerven in den Sinnesorganen die Varicositäten als das wichtigste Unterscheidungszeichen von Nervenendfasern, wenn dieselben die Mark- und die Schwann'sche Scheide verloren haben, bezeichnet und muss Wort für Wort an meinen früheren Behauptungen festhalten. — Es bestätigt sich mir immer von Neuem, dass schwerlich ein anderes Merkmal an Brauchbarkeit diesem wird an die Seite gesetzt werden können. — Es ist keine Frage, dass an jeder Faser, sei sie ein Epithelialfortsatz, Bindesubstanzelement oder sonst etwas, eine Ausbuchtung, Verdickung und dergl. vorkommen kann, welche, für sich allein genommen, einer solchen Varicosität sehr ähnlich oder auch vollkommen gleich sieht, wie ich sie als diagnostisches Merkmal für nackte Axencylinder oder entsprechende feinste marklose Nervenfaser ansehe, aber es ist nicht die einzelne Varicosität, es ist die in gewissen, oft regelmässigen Entfernungen aufeinander folgende Reihe von Varicositäten, welche das Charakteristische bildet."

Er weist alle besonders von Kölliker gemachten Einwürfe und Zweifel an dem „Werth des von ihm so hoch gepriesenen Merkmales der feinen, regelmässigen, spindelförmigen und in gewissen Abständen sich wiederholenden Varicositäten zur Diagnose markloser und der Scheide entbehrender Nervenfasern" als „unzureichend" zurück und beruft sich auf Otto Deiters, der mit ihm gleicher Meinung ist, und wie er die Varicositäten nicht als praeformirt, sondern durch Einwirkung von Reagentien entstanden ansieht.

Kölliker[2] erwidert hierauf: „Für's Erste bleibe ich ganz bestimmt dabei stehen, dass varicöse Ausläufer und zwar auch mit mehreren spindelförmigen Anschwellungen an gewissen, nicht nervösen Zellen vorkommen

---

[1] *Abhandlungen der naturforschenden Gesellschaft zu Halle.* 1868. Bd. VII.
[2] *Handbuch der Gewebelehre.* Leipzig 1867. S. 735.

und durchaus kein entscheidendes Merkmal sind, denn es ist gar nicht abzusehen, warum Ausläufer zarter eiweissreicher Zellen überhaupt solchen Veränderungen nicht unterworfen sein sollten, und dann habe ich Varicositäten theils an verschiedenen Bindegewebskörperchen des Periosts des Schneckencanals, theils an embryonalen Bindesubstanzzellen beobachtet."

Es stehen sich also die Ansichten in der Frage nach der Natur varicöser Fasern unvermittelt gegenüber und es lassen sich somit hieraus keine Schlüsse für die Perlschnurfasern ziehen.

Wenn wir sie als nervöse Gebilde auffassen wollen, so muss man daran denken, ob man sie unter den marklosen Fasern unterbringen kann.

Nach meinen im vorigen Abschnitt beschriebenen Untersuchungen über diese Fasern bei der Methylenblaumethode, kann man die Perlschnurfasern höchstens als Kunstproducte markloser Fasern ansehen, obwohl ich an solchen nie eine Andeutung eines den Perlschnüren ähnelnden Artefacts beobachtete.

Ranvier[1] konnte marklose Fasern, indem er sie mehrere Monate in 2procentige Lösung von Ammoniumbichromat legte, varicös machen, so dass sie mit meinen Perlschnurfasern eine grosse Aehnlichkeit zeigen, wie eine Abbildung, die er von diesen Artefacten giebt, beweist. Auffallend ist besonders, dass auch er den Varicositäten, die er hervorrief, einen starken Glanz zuspricht.

Versucht man, auf diese Beobachtung gestützt, die Perlschnurfasern von den marklosen Fasern abzuleiten, so könnte man wohl den Verbindungsfaden als ein dicht aggregirtes Bündel der Fibrillen erklären, aber die Spindelvaricositäten lassen sich nicht als interfibrilläre Substanz ansehen da ihre Blaufärbung durch das Pikrokarmin nicht zerfällt oder einer gelben Farbe weicht.

Auch aus einem Vergleich der Anordnung der Perlschnurfasern mit der der marklosen Nervenfasern in den markhaltigen Nervenstämmen lässt sich nichts für jene folgern, da über diesen Punkt noch grosse Uneinigkeit besteht.

Remak[2] beschreibt die nach ihm benannten Fasern als mit einer „magna ad ramificationem proclivitas" ausgestattet.

Henle[3] konnte sich von dieser Eigenschaft der marklosen Fasern nicht überzeugen; Kölliker[4] behauptet mit Bestimmtheit, dass diejenigen marklosen Fasern, die Remak als netzförmig verbunden, mit gangliösen

[1] A. a. O. S. 750.

[2] *Observations anat. et microsc. de syst. nerv. struct.* Inaugural-Dissertation. Berlin 1838.

[3] *Allgemeine Anatomie.*

[4] A. a. O. S. 330.

Körpern in den Anschwellungen beschrieb, netzförmiges Bindegewebe seien, und erkennt nur die geraden kernhaltigen Fasern im Sympathicus als Nervenfasern an.

Key und Retzius[1] erwähnen nichts von Theilungen der marklosen Fasern.

Ranvier[2] tritt entschieden gegen Kölliker auf. Nach ihm theilen und vereinigen sich die marklosen Fasern im Innern der Nervenstämme und bilden ein weites Netz mit unregelmässigen, sehr schmalen, sehr lang ausgezogenen Maschen, die immer mit ihrem Längsdurchmesser parallel zur Längsaxe des Nerven stehen. Auch können nach ihm interfasciculäre Bindegewebsfasern im Nerven nicht mit marklosen Fasern verwechselt werden, da letztere in regelmässigen Abständen Kerne führen, die den ersteren vollständig fehlen.[3]

Sigmund Mayer[4] nimmt einen vermittelnden Standpunkt zwischen Ranvier und Kölliker ein. Er beschreibt in den cerebrospinalen Nerven zwei Categorien von marklosen Fasern. In die erste Categorie reiht er diejenigen Fasern, die sich dadurch auszeichnen, dass sie zu mehr oder weniger feinen Bündeln vereinigt, vielfach mit einander anastomosirend, Netze bilden, dass sie in ihrem Verlaufe und in den Knotenpunkten der Netze reichlich Kerne tragen, und dass sie sehr zarte (scheinbar) frei endende Ausläufer entsenden. Mitunter sah er an den Fäden dieses Netzes discontinuirliche Spuren eines dünnen Beleges von Nervenmark. Im Grossen und Ganzen stimmt diese Categorie mit der Ranvier'schen Beschreibung der marklosen Nervenfasern überein.

Die andere Categorie sind die von Kölliker als marklose Nervenfasern anerkannten faserigen Elemente, doch stimmt Mayer mit diesem Forscher in der Deutung derselben nicht überein, indem er in der grösseren Majorität derselben nichts anderes sieht, als „Durchgangsformen markhaltiger Nervenfasern auf ihrem Wege von der ihnen zukommenden normalen Zusammensetzung durch die Phasen der Degeneration hindurch zu dem status quo ante.“

Da wir nun die Deutung der Perlschnurfaser als Kunstproduct der markhaltigen und marklosen Nervenfaser aufgegeben haben, haben wir nur noch zwischen zwei Möglichkeiten zu wählen.

Entweder sind die Perlschnurfasern bindegewebiger Natur, und diese

[1] A. a. O.

[2] *Traité technique d'histologie.* p. 747, Anm.

[3] *Archives de physiologie.* 1871. p. 438.

[4] *Ueber Vorgänge der Degeneration und Regeneration im unversehrten peripheren Nervensystem.* Prag 1881.

Ansicht ist nicht zu widerlegen, wenn auch Arnstein[1] es als Hauptvorzug der Methylenblaumethode hinstellt, dass sich bei ihr von allen faserigen Gebilden nur Nervenfasern färben.

Oder wir müssen die Perlschnurfasern als varicöse Nervenfibrille auffassen, was bei der grossen Feinheit des Verbindungsfadens von vornherein nicht unwahrscheinlich ist.

Max Schultze sah die Varicositäten der Nervenfibrille zuerst an den Endigungen der Rami olfactorii durch die Einwirkung von Chromsäure entstehen, und seit seinen Untersuchungen hat man in den Varicositätenbildungen eine allgemeine Eigenschaft des centralen Fortsatzes der Neuroepithelzellen erkannt, welcher centrale Fortsatz überhaupt in seinem ganzen Verhalten einem feinsten Axencylinder gleicht, höchst wahrscheinlich mit einem solchen continuirlich zusammenhängt und dann als Nervenfaserfortsatz bezeichnet werden kann. Den Nervenfaserfortsätzen gleichen vollkommen die sogenannten Nervenfibrillen in den marklosen Remak'schen Fasern des Nervus olfactorius. Jede derselben enthält — wie Max Schultze a. a. O. und in Stricker's Handbuch zuerst nachwies — innerhalb einer Schwann'schen Scheide ein Bündel feinster Axencylinder (Nervenfibrillen), die sich leicht isoliren lassen und nach Anwendung dünner Lösungen von Chromsäure, Osmiumsäure, Goldchlorid u. s. w. Varicositäten bilden.[2]

Auch das Methylenblau bringt in den feinsten Nervenfaserendigungen Varicositäten hervor. Ehrlich[3] beschreibt solche Axencylindervaricositäten im Epithel der Geschmacksscheibe und der Riechschleimhaut des Frosches. Aronson[4] sieht die Nervenendigungen im Epithel der Clitoris des Kaninchens „ausgeprägt varicös und die Verbindungen zwischen den einzelnen intensiv blau gefärbten Varicositäten von ausserordentlicher Feinheit.“ Arnstein[5] schildert wie Ehrlich feinste varicöse Nervenfädchen in den Geschmackspapillen, ferner im Nervengeflechte des Herzens und in der Cornea des Frosches und in seiner letzten Publication auch an den Schweissdrüsen der Katze und des Affen, glaubt aber, dass die Varicositäten praeformirt sein müssten, weil die Fibrillen im lebenden Zustande gefärbt werden. Biedermann[6] hält das Varicöswerden gebläuter Nerven immer wenigstens für ein Zeichen beginnenden Absterbens, und Max Joseph[7] schliesst sich dieser Auffassung an.

---

[1] *Anatomischer Anzeiger.* 1887. S. 126.

[2] Schwalbe, *Anatomie der Sinnesorgane.* Erlangen 1883. S. 73.

[3] A. a. O.

[4] A. a. O.

[5] *Anatomischer Anzeiger.* 1887. S. 130; — 1889. S. 378.

[6] *Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften zu Wien.* 1887. Bd. XCVI. Abth. III.

[7] *Anatomischer Anzeiger.* 1888. S. 420.

Cuccati's[1] und Smirnow's[2] Nervenendknäuel in der Froschlunge bestehen aus einem Netze, dessen Fäden äusserst zahlreiche Varicositäten tragen. May[3] sieht an den Tastnerven im Geruchsorgan der Krebse feine Varicositäten und in den Verlauf der Nervenfasern eingeschaltete kleine Ganglienzellen (?), die nur einen Nucleolus enthalten.

Retzius[4] beschreibt varicöse Fäserchen als Drüsennervenendigungen auf den Drüsenzellen der in der Nähe der Papilla foliata befindlichen kleinen Speicheldrüsen des Kaninchens. Er sieht sie als „Endfibrillen" an und bemerkt, dass die bald dichter, bald spärlicher stehenden Knötchen oder Körnchen vom Methylenblau intensiver gefärbt sind als die sie verbindenden Fäserchen.

Jedoch alle diese Varicositäten, die man an den Endverzweigungen der Nervenfasern sah oder an den Axencylinderfibrillen in der markhaltigen Nervenfaser beschrieb (Retzius) und wie ich sie an den Fibrillen mancher markloser Fasern constatirte, stellen blosse Anschwellungen der Substanz der Fibrille dar und passen daher nur zur Erklärung der punktförmigen Varicositäten der Perlschnurfasern, während die Spindelvaricosität der Perlschnurfaser durch ihren Glanz und durch den Umstand, dass sie mitunter durch den Verbindungsfaden durchzogen wird, in einem gewissen Gegensatz zu diesem steht.

Deshalb kann ich die Perlschnurfaser nicht als einfache Nervenfibrille erklären.

Dagegen lässt sie sich mit all ihren Eigenthümlichkeiten verstehen, wenn man sie als eine mit einer protoplasmatischen Hülle umgebene Nervenfibrille ansieht. Diese Hülle kann entweder schon praeformirt in einzelne von einander getrennte Spindeln und Knötchen an der Fibrille vertheilt sein oder ursprünglich eine continuirliche feine Schicht um die Fibrille bilden, die erst durch das Methylenblau in die beschriebenen Gebilde zerfällt, indem sie ihre Continuität aufgiebt.

Bei dieser Theorie von der Natur und histologischen Qualität der Perlschnurfaser muss man annehmen, dass jede Spindelvaricosität von dem Verbindungsfaden durchsetzt ist, wie dies ja auch sehr oft zu sehen ist, und wo dies an einer solchen Varicosität nicht zu constatiren ist, so muss man es auf eine mangelhafte Färbung beziehen.

Dass Nervenfibrillen auf lange Strecken isolirt verlaufen, haben schon mehrere Untersuchungen erwiesen.

---

[1] A. a. O.

[2] *Anatomischer Anzeiger*. 1888. S. 258.

[3] *Inaugural-Dissertation*. Kiel 1887.

[4] Ueber Drüsennerven. *Verhandlungen des biologischen Vereins in Stockholm*. 1888.

So sehen Rouget[1] und Leboucq[2] im Schwanz der Batrachierlarven bei der Entwickelung der Nerven feine Nervenfasern, denen sie den Werth primitiver Nervenfibrillen zuschreiben. Bei der Behandlung mit Alkohol und Rosanilin erscheinen die Fibrillen als kernlose perlschnurförmige Fäserchen. Dies letztere Aussehen ist bedingt durch die Existenz einer zarten Hülle von homogenem Protoplasma, welche wahrscheinlich frisch continuirlich ist, durch Reagentien aber in ziemlich regelmässigen Intervallen zerstückelt wird. Diese Nervenfäserchen sollen Ausläufer von Nervenzellen sein, und durch Vermehrung der Fibrillen und Auftreten von Kernen in der Protoplasmahülle zu marklosen Fasern werden. An der Peripherie erhalten sich die Fasern als perlschnurförmige Fibrillen.

Kölliker[3] bestätigt die varicösen Fäserchen im Schwanz der Batrachierlarven, nennt sie Protoplasmafäden und beschreibt an gewissen Stellen grössere Verbreiterungen an ihnen, die, weil sie kernlos sind, als den feinen Fasern selbst — und nicht einer Scheide — angehörig zu deuten seien.

Grünhagen[4] sah um die Capillaren einzelne Axencylinderfibrillen, mit vielen Teilungen und Netzbildungen, aber ohne Varicositäten, während Stirling und Macdonald[5] an den von ihnen gesehenen, ganz ähnlich angeordneten Capillarnerven mitunter Perlschnurform bemerkten.

Cuccati[6] sah auf quergestreiften Muskelfasern bei Methylenblauinfusion feinste varicöse Fäserchen verlaufen, an denen er Theilungen in mehrere Aeste und knopfförmige Endanschwellungen beschreibt. Die Varicositäten dieser Fäserchen, die einen zickzackförmigen Verlauf zeigen, sind alle ziemlich von derselben Grösse und scheinen mit dem Verbindungsfaden homogen zu sein.

Prus[7] hat ebenfalls durch die Methylenblaumethode an Fröschen, Kaninchen und Meerschweinchen in der Scheide der Nervenstämme blau gefärbte Fasergebilde gesehen, dont le trajet est tantôt oblique, tantôt perpendiculaire à celui des fibres du tronc nerveux. Genaue Untersuchungen mit Oelimmersionen zeigten, que ces fibres bleues ne sont pas uniformes, mais se composent d'une série de petites granulations bien serrées qui forment des renflements dans la gaîne en question.

---

[1] *Comptes rendus.* t. LXXIX; — *Archives de physiologie.* 1875.
[2] *Bulletin de l'académie Royale de Belgique.* 1876. 2me Série. p. 41.
[3] *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie.* Bd. XLIII.
[4] *Archiv für mikroskopische Anatomie.* Bd. XXII.
[5] *Journal of Anatomy and Physiology.* Vol. XVII. p. 3.
[6] *Internationale Monatsschrift.* 1889. Bd. VI.
[7] *Archives slaves de Biologie.* 1889. Vol. VI.

Er beobachtet ziemlich oft Theilungen dieser Fasern und beschreibt Endigungen derselben, welche die Gestalt von „bâtonnets“ haben. Auch durch die Goldchloridmethode konnte Prus diese Fasern darstellen.

Er nennt die Fasern nervi nervorum periphericorum und begründet ihre nervöse Natur durch die positiven Resultate der Goldchloridmethode, und die Annahme, dass durch die vitale Methylenblaureaction nur Nerven gefärbt werden.

Die Fasern sollen theils aus dem von der Scheide umhüllten, theils aus einem benachbarten Nervenstamm kommen. Prus sah sie in das Endoneurium eintreten oder in der Scheide selbst enden.

Ob die Prus'schen Fasern mit meinen Perlschnurfasern identisch sind, kann ich aus seiner Beschreibung nicht entnehmen. Gegen die Identität spricht nicht der Umstand, dass ich die Perlschnurfasern bisher nur im Innern der Nervenstämme gesehen und weder Theilungen noch Anastomosen an ihnen constatirt habe.

Sigmund Mayer's Untersuchungen legen den Gedanken nahe, dass die Perlschnurfasern etwas mit der Regeneration der Nervenfasern in den Nervenstämmen zu thun haben könnten. Hiergegen spricht aber ihr weit verbreitetes Vorkommen in den verschiedensten Organen des Frosches und des Meerschweinchens.

So sah ich sie im Fettgewebe, in der Harnblasenwand, im Mesenterium, zwischen den quergestreiften Muskelfasern, wie schon erwähnt im Sympathicusgrenzstrang, in der Lunge, in der Adventitia der Gefässe in den verschiedensten Regionen des Körpers u. s. w. oft ganz allein, und nicht in Begleitung von markhaltigen und marklosen Nervenfasern.

Die Ganglienzellen des Sympathicusgrenzstranges des Frosches.

Zu den interessantesten Ergebnissen der neuen Methode gehören die eigenthümlichen Figuren auf der Oberfläche der Ganglienzellen des Froschsympathicus, die zuerst Ehrlich[1] beschrieb und die von Aronson[2] und Arnstein im Wesentlichen bestätigt wurden.

Auch ich sah diese Bilder am Grenzstrang von Fröschen, denen ich eine halbe bis dreiviertel Stunde vorher 3—4 ccm der concentrirten Methylenblaulösung in den Rückenlymphsack eingeführt hatte.

Ganz analog den beschriebenen Färbekategorien, die ich an der markhaltigen Nervenfaser auseinander hielt und deren Uebergänge ich unter

[1] A. a. O.

[2] A. a. O.

dem Mikroskope beobachten konnte, giebt es auch an den sympathischen Ganglienzellen drei Arten der Färbung: 1. ganz reine Oberflächenzeichnungen bei ungefärbten Zellkörpern; 2. etwas verwaschene Oberflächenzeichnung bei diffus blauem Zellkörper mit dunkelblauem Kern und noch dunklerem Kernkörperchen; 3. diffuse Bläuung der Ganglienzelle mit dunklerem Kern und Kernkörperchen, ohne jede Andeutung von Zeichnungen auf der Zellenoberfläche.

Es sind hier relativ selten alle Färbungsarten an einem Praeparate zu sehen; es ist viel häufiger, dass alle Zellen einer Sympathicushälfte dieselbe Reaktion auf den Farbstoff zeigen.

Auch am Sympathicus gelang es mir unter dem Mikroskop an den in ganz wenig Kochsalzlösung liegenden, mit dem Deckgläschen bedeckten, aber vom Luftsauerstoff nicht abgeschlossenen Praeparaten die Uebergänge von der reinen Oberflächenzeichnung bis zur diffusen Zellfärbung direkt zu beobachten. Die Ganglienzellen scheinen in der Regel zum Theil schon vor der Eröffnung der Bauchhöhle die Färbung angenommen zu haben.

Wie bei den Nervenfasern, giebt es auch hier viele Zellen und ganze Praeparate, die von vornherein, sobald die Bläuung beginnt und diesen Moment passte ich auf die angegebene Art (S. 118) ab, die zweite oder dritte Färbungsweise annehmen, ein Vorkommen, für das wohl dieselbe Erklärung zutreffen dürfte, wie ich sie oben für die Nervenfaser gab.

Beim Verblassen der Oberflächenbilder verschwinden zuerst die unten noch näher zu beschreibenden Fädchen zwischen den Varicositäten des Netzes und die Färbung ist somit in einzelne getrennte Kügelchen von ziemlicher Grösse verfallen, die allmählich auch ihre blaue Farbe verlieren und keine Spur von ihrer Anwesenheit hinterlassen.

Nach Ehrlich[1] färbt sich an den Ganglienzellen bei Methylenblauinfusion ausschliesslich die Spiralfaser blau und bildet durch Theilung in feinste Fibrillen ein Nervenendnetz, welches bald nur einen Theil, bald die gesammte Oberfläche der Zelle mit seinen Maschen umflechtet. Von diesem Netze pflegen sich einzelne Reiserchen abzulösen, die auf der Oberfläche der Zelle verlaufend, distinkte mit knopfförmigen Terminalanschwellungen versehene Endbüschel bilden.

Nach Aronson[2] enden sämmtliche feine Aestchen des Oberflächennetzes mit knopfförmigen Terminalanschwellungen an der Oberfläche der Zellen.

Arnstein[3] sieht — wie mir scheint mit Recht — diese Terminalanschwellungen als Produkte unvollständiger Färbung oder schon einge-

[1] A. a. O.
[2] A. a. O.
[3] *Anatomischer Anzeiger*. 1887.

tretener Abblassung an und beschreibt den Fadenapparat als geschlossenes Netz.

Aronson stellt die geschilderten Oberflächenfiguren den von Arnold[1] zuerst 1865 beschriebenen Endverästelungen als sich durchaus nicht entsprechend gegenüber. Nach seinen Beobachtungen musste er so urtheilen, da Arnold und alle die Forscher, die diesen bestätigten, nie solche Terminalanschwellungen sahen.

Arnstein dagegen, der ein geschlossenes Netz vor sich sah, behauptet die Identität der beiden Oberflächennetze.

Was zunächst das Arnold'sche Netz anbelangt, so wird dasselbe nach den vorzüglichen Untersuchungen, die Ranvier und später Key und Retzius bei Abfassung ihres grossen Werkes angestellt haben, wohl von den meisten Histologen als Kunstprodukt angesehen, hervorgerufen durch die Einwirkung der Essigsäure und Chromsäure. Durch diese Reagentien „la substance corticale de la cellule qui se trouve immédiatement au dessous de la capsule subit des modifications considérables. Il s'y forme des vacuoles qui changent complètement l'aspect de la cellule. Ces déformations consécutives à l'emploi de réactifs insuffisants ont été prises par J. Arnold pour des dispositions anatomiques.“ Mit diesen Worten erklärt Ranvier die Arnold'schen Netze in seinem *Traité technique.*[2]

In demselben Werke[3] beschreibt dieser Forscher an den bipolaren Spinalganglienzellen des Rochen eine fibrilläre oberflächliche Lage direkt unter den Hüllen dieser Zellen. Diese entsteht dadurch, dass die Nervenfaser, welcher die bipolare Ganglienzelle die Bahn verlegt, an dem einen Pole sich in ihre Fibrillen auflöst. Diese setzen ihren Weg über die Peripherie des Ganglienzellkörpers fort und vereinigen sich am oppositen Pole.

Dies Verhalten, das an den genannten Zellen des Rochens ganz besonders deutlich hervortritt, soll nach Ranvier an den meisten Ganglienzellen zu beobachten sein. Wahrscheinlich mischen sich nach ihm zu den über den Zellkörper hinziehenden Fibrillen solche bei, die aus dem Innern der Zelle ihren Ursprung nehmen. Er setzt die ebengeschilderte fibrilläre Rindenschicht, „in der sich an den Zellen des Froschsympathicus die Spiralfaser zu verlieren scheint“,[4] der peripheren Substanz gleich, in der sich bei der von Arnold angegebenen Behandlung die Vacuolen bilden.[5]

Mit den Bildern der Ganglienzellenoberfläche, wie sie Ranvier beschreibt, haben die mit der Methylenblaumethode nichts gemein.

Die Ansicht Arnstein's, dass das von Ehrlich zuerst gesehene Netz auf der Ganglienzelle dem sogenannten Arnold'schen entsprechen soll, ist

[1] Virchow's *Archiv.* 1865.
[2] S. 1026. [3] S. 712. [4] S. 1025. [5] S. 1027.

abgesehen von den gewichtigen Zweifeln, die die Existenz des letzteren Netzes als praeformirtes Gebilde sehr unwahrscheinlich machen, noch aus anderen Gründen unhaltbar. Nirgends zeigen nämlich die Abbildungen, die Arnold von seinem Netze giebt, Varicositäten an den Knotenpunkten der Netzfäden oder an den letzteren selbst, auch zeichnet er die Maschenräume viel regelmässiger als sie die neue Methode ergiebt.

Ich komme nun zur Beschreibung der Bilder, wie sie die Methylenblaumethode nach meinen Beobachtungen auf den Ganglienzellen des Froschsympathicus hervorruft. (Fig. 17, 18, 19.)

Die Spiralfaser ist intensiv blau gefärbt und zeigt in ihrem Verlauf vor der Ganglienzelle, zu der sie gehört, nicht selten dickere spindelförmige Auftreibungen (Fig. 17, 18, 19; *a*). Der Pol der Zelle, an dem die Spiralfaser herantritt, ist mit einer blauen ziemlich grobkörnigen Masse (b in den Figg. 17, 18, 19), in die fast regelmässig einzelne grössere Kugeln (c in den Figg. 17, 18, 19) derselben Farbe eingelagert sind, angefüllt. Diese Masse ist so dicht und undurchsichtig, dass es unmöglich ist, mit Sicherheit zu bestimmen, ob sie nur eine dünne Schale bildet, welche den übrigen Zellkörper der Ganglienzelle aufnimmt, oder ob sie ein solides Gebilde darstellt.

Durch diesen Raum, der ca. $^1/_8$—$^1/_6$ des optischen Durchschnitts der Zelle einnimmt, lässt sich die Spiralfaser gewöhnlich ohne Mühe verfolgen. Sie giebt hier in der Regel schon soviel Aeste ab, die sich theils auf oder in dieser körnigen Masse, theils auf der Oberfläche des übrigen Zellkörpers weiter verzweigen, dass man nur selten noch einen Stamm im hellen Theil der Zelle als ihre direkte Fortsetzung ansehen kann, und auch dieser zerfällt bald in weitere Aeste, so dass es als sicher angenommen werden muss, dass Spiralfaser und Oberflächennetz — wenigstens oft — in continuirlichem Zusammenhange stehen. In einigen Fällen sah ich die Spiralfaser vor ihrem Herantreten an die Ganglienzelle mehrfache Theilungen eingehen, aus welchen sich dann in der körnigen Substanz und auf dem hellen Zellkörper das Netz entwickelte. Dieses umspannt an allen damit ausgestatteten Zellen deren ganze Oberfläche und umkreist mitunter mehr oder minder genau die Peripherie des optischen Durchschnitts der Zelle. Aronson sah diese periphere Umkreisung „mit grosser Constanz an dem sich verschmächtigenden Pol des Zellkörpers, wo die farblose Faser entspringt.“ Nach meinen Bildern kann ich diesen Befund nicht für etwas häufig zu beobachtendes ausgeben.

An den Knotenpunkten und an den Netzfäden selbst zeigt die Oberflächenzeichnung — wie oben schon erwähnt — zahlreiche Varicositäten in Kugel- und Spindelform. An den Knotenpunkten zeigen sich nicht selten Dreiecke, deren Spitzen sich zipfelförmig in Netzfäden ausziehen. (Fig. 17; *d*.)

Eine Eigenthümlichkeit der Farbstoffvertheilung in diesen Varicositäten ist es, dass einzelne Randpartien stärker gefärbt sind, während andere

und besonders das Centrum heller gefärbt erscheinen. Die Pole der Spindeln sind sehr oft durch eine stärkere Färbung bevorzugt.

Somit haben die einzelnen Netzfäden eine gewisse Aehnlichkeit mit den Perlschnurfasern in den Nervenstämmen, die ich oben mit einiger Wahrscheinlichkeit als mit einer eng anschliessenden, oft unterbrochenen Protoplasmahülle versehene Nervenfibrillen ansprechen zu dürfen glaubte, obwohl die Netzfäden in der Regel bei weitem nicht so zart und dünn zu sein pflegen als die genannten Fasern und viele Schwankungen im Kaliber der Varicositäten sowohl, als auch der Verbindungsfäden derselben an einer und derselben Zelle zeigen.

In seltenen Fällen sah ich an einzelnen Zellen die Netzfäden sämmtlich zu zweien oder zu dreien in geringem Abstande von einander verlaufen. Verdoppelungen oder Verdreifachungen vereinzelter Fäden sind häufig zu sehen.

In den Maschenräumen des Netzes kommen vielfach (e in den Figg. 17, 18, 19) blaue Kugeln von wechselnder Grösse vor und zwar an ganz frischen Praeparaten, so dass ich kaum annehmen kann, dass hier feine Fädchen, die die Kugeln untereinander und mit dem Netz in Verbindung gesetzt hatten, schon verblasst wären. Ferner sieht man nicht selten granulirte blaue Partien in Plaques, oft mit zipfelförmigen Ausläufern, die mit Netzfäden in Verbindung stehen, auf der Zellenoberfläche, besonders an deren Peripherie (f in den Figg. 17 und 19). Diese Plaques haben eine grosse Aehnlichkeit mit der oben beschriebenen granulirten Substanz an dem Pole der Zellen, an dem die gerade und die spiralige Faser abgehen.

Die Varicositäten des Netzes beim Frosch beschreiben weder Ehrlich noch Aronson; Arnstein sieht sie erst nach Zusatz von Jodjodkaliumlösung eintreten. Aronson beschreibt sie an den sympathischen Ganglienzellen des Kaninchens, bei dem er ebenso wie für den Frosch kein geschlossenes Netz annimmt.

Das Netz verläuft — wie alle Beobachter übereinstimmend erklären — nur auf der Oberfläche der Ganglienzelle. Bei hoher Einstellung des tubus sieht man die Netzpartie der dem Beschauer zugekehrten Zellenhalbkugel, bei Senkung des tubus die der abgekehrten. Ins Innere der Zelle sah ich weder gefärbte noch ungefärbte Fäden abgehen, wie Arnstein sie beschreibt.

In Betreff der Netzpartie, die der granulirten Polsubstanz zukommt, war es mir wegen der mangelhaften Durchsichtigkeit nicht möglich, mir ein Urtheil darüber zu bilden, ob hier nicht auch Netzfäden im Innern dieser Substanz verlaufen; auch ob die Spiralfaser dieselbe durchbohrt oder nur an ihrer Oberfläche verläuft, war nicht mit Sicherheit zu konstatiren, obwohl ich zu der letzteren Annahme neige.

Commissurfäden von dem Netze einer Zelle zu dem einer benachbarten, wie sie Courvoisier zuerst für das Arnold'sche Netz beschrieb, hat Arnstein ungefärbt an Methylenblaupraeparaten des Froschsympathicus und Aronson gefärbt an derartigen Praeparaten vom Kaninchen gesehen. An den Stellen im Sympathicus, an denen eine reichliche Ganglienzellenfärbung eingetreten ist, wird man über die Existenz dieser Gebilde zu keinem Urtheil gelangen. Es können hierbei so viele Fadenverbindungen durch optische Deckung eintreten, dass man sehr oft nicht entscheiden kann, was zur einen und was zur anstossenden Zelle gehört. An Stellen, wo nur wenige Zellen gefärbt waren, habe ich oft nach Commissurfäden gesucht, ohne solche in gefärbtem oder ungefärbtem Zustande je gefunden zu haben. Uebrigens sind auch weder von Ranvier noch von Key und Retzius diese Fäden bestätigt worden.

Es fragt sich nun, als was wir die einzelnen Gebilde in den Ganglienzellen, die sich bei der Methylenblaumethode färben, aufzufassen haben.

Was die granulirte Substanz (b in den Figg. 17, 18, 19) an dem sich verschmälernden Zellpole anbelangt, so wird sie wohl mit derjenigen identisch sein, die Key und Retzius[1] folgendermaassen schildern: „Beim Abgang des geraden Ausläufers aus der Zellsubstanz findet man eine Substanz, deren feinerer Bau sich nur schwer erforschen lässt. Nach Erhärtung in Osmiumsäure erscheint sie körnig, protoplasmatisch und es treten in ihr an guten Praeparaten hellere, rundlich ovale Körperchen von 0·008 mm Länge hervor, welche, besonders nach Carminfärbung, sich als Zellkerne erweisen. Ihre Anzahl ist wechselnd; im Allgemeinen zählten wir 3 bis 5, oder sogar 8 derselben. Offenbar gehört zu ihnen das körnige Protoplasma; eine Abgrenzung des letzteren zu bestimmten Zellkörpern konnten wir aber nie finden. — Diese körnige Partie ward von anderen Histologen für eine besondere Abtheilung der Ganglienzelle genommen.“ In dieser Substanz führt die Spiralfaser nach den genannten beiden schwedischen Forschern noch mehrere Windungen um die gerade Faser aus.

Die Frage nach der Endigung der geraden und Spiralfaser hat seit Arnold's Entdeckung des Oberflächennetzes vielfach die Histologen beschäftigt. Nach Arnold[2] „tritt in die Ganglienzelle eine schmale dunkelrandige Nervenfaser, welche in dem Kernkörperchen endet; von diesem aus gehen wieder Fortsätze, welche sich theilen und mit einem Fadennetz in der Belegungsmasse in Verbindung stehen, aus welchem letzteren sich die Spiralfaser zusammensetzt, um dann in entgegengesetzter Richtung wie die zutretende Faser weiter zu verlaufen.“

[1] A. a. O. S. 141.

[2] Virchow's *Archiv.* Bd. XXXII.

Wie oben schon erwähnt, gelten die Arnold'schen Bilder jetzt bei den meisten Histologen als Kunstprodukte, nachdem sie eine Reihe von Jahren hindurch von vielen Autoren anerkannt worden waren.

Der Ansicht, die Ranvier über die Endigung der Spiralfaser entwickelt, haben wir schon gedacht.

Key und Retzius haben sich, wie sie selbst sagen, vielfach mit dieser Frage beschäftigt, doch gelang es ihnen nicht, dieselbe endgiltig und mit voller Sicherheit zu lösen. Zwar konnten sie nicht eben selten die Faser bis zur unmittelbaren Nähe der Zellsubstanz verfolgen, immer entzog sich aber der eigentliche Uebergang ihren Blicken. Sie halten es für wahrscheinlich, dass sie häufig eine kleinere oder grössere Strecke neben dem Zellleib fortläuft, um sich mehr seitlich in demselben zu verlieren.

Sehen wir weiter zu, zu welchen Ansichten die Histologen der neuesten Zeit über die Structur der Ganglienzelle und über den Zusammenhang mit ihren Fortsätzen im Allgemeinen gelangt sind!

Arndt[1] betrachtet den Axencylinder der Nervenfasern als fadenförmig ausgezogenen Nervenzellleib und demgemäss als einen Protoplasmafaden, dem eine fibrilläre Structur im Sinne Max Schultze's nicht zukommt. Völlig ausgebildete Ganglienzellen haben ein fibrilläres Aussehen; dasselbe rührt aber nicht von wirklichen Fibrillen her, sondern von einer reihenförmigen Anordnung von Elementarkügelchen in der Grundsubstanz.

Schwalbe schreibt in seinem Lehrbuch der Neurologie: „Gleichgiltig, ob eine Zelle einen oder mehrere Fortsätze besitzt, die Art des Eintritts, bez. Ursprungs der Nervenfasern ist im Wesentlichen bei allen dieselbe. Der Körper der Ganglienzelle besteht aus einem dichten Netzwerk zarter Substanzbälkchen, deren Anordnung häufig in der Umgebung des Kerns eine concentrische ist. In diese Netzsubstanz geht nun die fibrilläre Streifung des Axencylinders continuirlich über, indem die Fibrillenstreifungen pinselförmig auseinanderfahren. Es hängt also der Axencylinder direct mit dem Zellkörper der Ganglienzelle zusammen und nicht mit dem Kern oder Kernkörperchen.“ Zu dieser Ansicht bekennt sich auch Dogiel[2] auf Grund seiner Beobachtungen an den Ganglienzellen im Herzen des Frosches für den geraden Fortsatz.

Freud[3] fand am Flusskrebs, dass der Inhalt der Nervenfasern des Centralorgans, der peripheren Nerven und des sympathischen Geflechts aus geradlinigen, isolirten, in eine homogene Substanz eingebetteten Fibrillen von sehr grosser, nicht überall gleicher Hinfälligkeit besteht. Die Nerven-

[1] Virchow's *Archiv.* Bd. LXXII.
[2] *Archiv für mikroskopische Anatomie.* 1877.
[3] *Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften.* Bd. LXXXV. Abth. III.

zellen im Gehirn und in der Bauchganglienkette bestehen auch aus zwei Substanzen, von denen die eine, netzförmig angeordnete, sich in die Fibrillen der Nervenfasern, die andere, homogene, sich in die Zwischensubstanz derselben fortsetzt. Niemals gelang es Freud eine Fibrille aus dem Fortsatz einer Nervenzelle durch die Zelle hindurch zu einem anderen Fortsatz zu verfolgen. Nach kurzem Verlauf in der Zelle gehen sie in die Substanz, das Netzwerk, des Zellleibs über.

Flemming[1] fand bei Säugethieren bei derselben Behandlung in den centralen Nervenzellen eine fibrilläre oder doch streifige Structur, in den Spinalganglienzellen aber den Zellleib von feinen Fädchen durchzogen, die die verschiedensten Windungen und Knickungen beschreiben und in der Weise gleichmässig vertheilt sind, dass sie überall im Zellkörper ungefähr gleiche Entfernung von einander einhalten. Die Fädchen in diesen Zellen tragen dickere Knötchen oder Körner. Es liess sich keine sichere Entscheidung treffen, ob die Fäden nach Art eines Netzgerüstes sich verbinden oder ob sie nur zwischen einander hindurch geschlungen liegen, in der Weise, dass nur ein Faden anzunehmen wäre, oder endlich, ob Unterbrechungen vorkommen. Die sympathischen Ganglienzellen scheinen ähnliche Structur zu besitzen. Flemming hält es nicht für unmöglich, dass die Streifen der Centralnervenzellen die gleiche Substanz sind, wie die Körner und verschlungenen Fäden der Spinalganglien- und Sympathicuszellen nur in einem verschiedenen Anordnungsverhältniss. Er stellt es als offene Frage hin, ob die Streifungen der Centralnervenzellen wirklich directe Fortsetzungen ein- und ausstrahlender Nervenfibrillen oder ob sie mit diesen ohne Zusammenhang und nur ein Anordnungsverhältnis des Protoplasma's sind.

Vignal[2] sieht eine wirkliche fibrilläre Structur, keine blosse Streifung in allen Ganglienzellen und deren Fortsätzen im Schafrückenmark von der Geburt des Thieres ab.

Lahousse[3] beobachtete um die Ganglienzellen der Scheidewand des Froschherzens eine korbähnliche Kapsel, welche von mehr oder weniger zahlreichen Kernen und deren Ausläufern gebildet wird und nicht mit der Endothelmembran zu verwechseln ist. Das netzförmige Gerüst der Ganglienzellen schliesst in seine Maschen die Endigungen der Axencylinderfibrillen ein und communicirt direct mit den Fasern der umhüllenden Kapsel. Eine identische Structur zeigen die Spinalganglienzellen des Frosches und des Kaninchens. Der Zellleib wird von einem Netzwerk gebildet, dessen

---

[1] Vom Bau der Spinalganglienzellen. *Festschrift für J. Henle.* 1882.

[2] *Comptes rendus.* t. XCIX. Nr. 9; — *Archives de physiologie.* 1884. Nr. 7.

[3] *Anatomischer Anzeiger.* 1886.

Maschen sich um so mehr vergrössern, je weiter man sich vom Kern entfernt und welches durch feine, ununterbrochene Fortsätze mit den Neurokeratinfäden der Kapsel und von da mit den Kühne'schen Fasern um die Nerven herum communicirt. Die nämliche Structur findet Lahousse auch für die Nervenzellen der Centralorgane vom Frosch, Kaninchen u. s. w. Eine grosse Anzahl der von den Autoren als Protoplasmafortsätze bezeichneten Ausläufer verdienen diesen Namen nach ihm nicht, denn sie schliessen in der That Nervenfibrillen nach Art des Axencylinders in sich.

Leydig,[1] dessen Theorie der Zellstructur im Allgemeinen ich bereits bei der Besprechung der markhaltigen Nervenfaser in Kürze skizzirt habe, kam zu folgenden Anschauungen über den Zusammenhang von Nervenzelle und Nervenfaser. Bei Wirbellosen und bei Wirbelthieren hängen diese durch eine zwischengeschobene Molecularmasse, ein protoplasmatisches dichtes, aus netzförmig verstrickten Fäserchen bestehendes Schwammwerk, die sogenannte Punktsubstanz, zusammen. Die Fäserchen entstehen durch Auflösung der eintretenden Stiele der Ganglienkugeln. Wo die Nerven entspringen, ordnet sich das Maschenwerk zu Längsstreifen, zu Strassenlinien, wodurch sich Reihen und Gänge formen, in die sich das Hyaloplasma hinein erstreckt und zum Axencylinder wird. Er hält es für berechtigt, die Punktsubstanz der Wirbellosen der grauen Substanz der Wirbelthiere gleichzusetzen. Ausser dieser Art des indirecten Ursprungs der Nervenfasern, giebt es noch eine zweite; hierbei gestalten sich einzelne Fortsätze der Ganglienkugeln sofort zum Axencylinder markhaltiger Fasern, so in der Halsanschwellung des Rückenmarks.

Fritsch[2] nimmt an, dass Axencylinder durch Verschmelzung der Protoplasmafortsätze von Nervenzellen entstehen können und beschreibt an den Spinalganglienzellen von Lophius piscatorius ausser dem Axencylinder noch zahlreiche feine Protoplasmafortsätze der Zelle, die die Kapselwand durchbohren und ausserhalb derselben verschmelzen.

Haller[3] nennt die Leydig'sche Punktsubstanz centrales Nervennetz. Dies besteht nach seinen Untersuchungen an Wirbellosen und an Wirbelthieren nur aus verästelten Ausläufern der Ganglienzelle. Die Nerven entspringen theils direct aus den Ganglienzellen, theils aus dem centralen Nervennetz.

Nansen[4] gelangte durch seine Arbeiten zu ganz ähnlichen Resultaten wie Leydig. Die Netzlinien des eingeschobenen Schwammwerkes zwischen

---

[1] *Zelle und Gewebe.* Bonn 1885.

[2] *Archiv für mikroskopische Anatomie.* 1886.

[3] *Morphologische Jahrbücher.* 1886.

[4] A. a. O.

Nervenzelle und Nervenfaser sind nach ihm eigentlich alle auf Durchschnittsbilder feiner Nervenröhrchen zu beziehen, wodurch die Punktmasse zu einem filzartigen dichten Geflecht — nicht zu einem Anastomosennetz — feinster Nervenröhrchen, die er Primitivröhrchen nennt, wird. Diese bestehen aus einer spongioplastischen Wandung und sind mit Hyaloplasma gefüllt. Wie die Nervenfasern, so setzen sich auch die Ganglienzellen aus diesen Primitivröhrchen zusammen. Ausser dem Hyalo- und Spongioplasma enthalten die Ganglienzellen noch eine dritte Substanz, die Nansen nicht näher bestimmen kann, und diese soll es verursachen, dass das Protoplasma der Ganglienzellen von Reagentien sehr oft auffallend dunkel gefärbt wird, so besonders durch Haematoxylin und Osmiumsäure. In vielen Partieen des Protoplasma's kann diese Substanz oft fehlen. Rhode[1] hat auch diesen Bau des Protoplasma's bemerkt, giebt ihm aber eine andere Deutung, er meint nämlich in Uebereinstimmung mit Flemming, dass im Protoplasma eine dunkle körnigfibrilläre Substanz, das Mitom, und eine helle homogene, das Paramitom (Interfilarmasse) beständen. Nansen schildert den Bau und Ursprung der Nervenfortsätze der Ganglienzellen sehr ähnlich wie Leydig. In den meisten Ganglienzellen wird nach ihm der Inhalt des Fortsatzes durch eine allmähliche Convergenz der Primitivröhrchen vom ganzen Protoplasma gegen die Stelle, wo der Fortsatz die Zelle verlässt, gebildet; in anderen Ganglienzellen dagegen wird der Inhalt des Nervenfaserfortsatzes im Inneren des Protoplasma's gebildet und geht von hier eine längere oder kürzere Strecke als eine scharf begrenzte, oft mit dunklen Fasern umgebene Masse von Primitivröhrchen in den Fortsatz hinein. Es giebt zwei Arten von Nervenfortsätzen; solche, welche nur feine Seitenäste abgeben und deren Hauptsubstanz direct zur Bildung einer Nervenfaser übergeht, und solche, die sich durch Theilung ganz in feine Aeste auflösen. Diese Ansicht stimmt mit Golgi's[2] Beobachtungen überein. Die peripheren Nervenfasern haben bei Vertebraten und Invertebraten zwei Ursprungsweisen im Centralnervensystem:

1. Directer Ursprung von Ganglienzellen. Die Nervenfasern von diesem Typus sind Fortsetzungen derjenigen Nervenfortsätze, von welchen Seitenäste zur Punktsubstanz abgehen. Er hält diese Ursprungsart als den motorischen Fasern zukommend, da, wie schon Golgi zeigte, die vorderen Nervenwurzeln der Wirbelthiere wahrscheinlich nur so entspringende Fasern zeigen.

2. Ursprung durch Vereinigung feiner Röhrchen der Punktsubstanz will Nansen mit Golgi den sensiblen Fasern zuschreiben, da in den

---

[1] A. a. O.

[2] *Archives ital. de biol.* t. III; — *Riv. sperim. di fren. e di med.* 1882. leg. 8.

hinteren Nervenwurzeln der Vertebraten nur Fasern mit diesem Ursprungstypus vorkommen.

In einer zweiten Arbeit erklärt sich Leydig[1] mit den Nansen'schen Erweiterungen und Modificationen seiner ursprünglichen Anschauung einverstanden.

Thanhoffer[2] erkennt an den Nervenzellen eine fibrilläre Structur. Aehnlich gebaut sind nach ihm auch ihre sich verzweigenden (Protoplasma-) und die einfach bleibenden (Axencylinder-) Fortsätze. Die Nervenzellen zeigen ihre fibrilläre Structur auch im frischen Zustand. Die sog. Axencylinderfibrillen, die ihren Ursprung aus den sich verzweigenden Ausläufern nehmen, setzen sich als Nervenfasern fort. Der Axencylinderfortsatz entspringt aus dem Kern resp. dem nucleolus der Nervenzelle und kann nicht nur in dem Zellprotoplasma, sondern auch eine weite Strecke in einen Nerven verfolgt werden.

Jakimovitch[3] sieht Axencylinder und Nervenzelle nach demselben Typus gebaut. Diese ist nur eine kernhaltige Erweiterung des Axencylinders. Beide sind aus sehr dünnen Fibrillen zusammengesetzt, zwischen denen eine intermediäre, hinsichtlich ihrer Natur schwer zu erforschende Substanz sich befindet. Den Bau der Fibrillen und ihre Querstreifung habe ich schon oben bei der markhaltigen Nervenfaser geschildert. Die particules nerveuses sind im Ruhezustand im Axencylinder und in der Zelle durcheinander zerstreut und geben ihnen so ein granulirtes Aussehen; im Activitätszustand gruppiren sie sich so, dass sie durch ihre Anordnung die dunkle Querstreifung, die durch helle Zwischenräume getrennt ist, erkennen lassen.

Somit betonen alle die angeführten Forscher den Ursprung der Nervenzellenfortsätze aus der Substanz der Zelle selbst und Ranvier steht mit seinem verallgemeinerten Befund an den Spinalganglienzellen des Rochen, dass die Fortsätze, welche zu Nervenfasern werden, aus einer oberflächlichen écorce fibrillaire entspringen, ziemlich vereinzelt da.

Ich würde mich nicht besinnen, das Ehrlich'sche Oberflächennetz als die wirkliche Endausbreitung der Spiralfaser anzuerkennen, zumal ich den Netzfäden eine gewisse Aehnlichkeit mit meinen, wahrscheinlich nervöser Natur seienden, Perlschnurfasern zuerkennen muss, wenn es mit irgend einer einwandsfreien anderen Methode bisher gelungen wäre, etwas ähnliches nachzuweisen.

Die Goldchloridmethode, der wir alle unsere bisherigen Kenntnisse der feineren Nervenendigungen verdanken, hat selbst in der Hand eines so er-

---

[1] *Zoologischer Anzeiger.* 1888.
[2] *Physiologisches Centralblatt.* 1887. No. 2.
[3] *Journal de l'Anatomie.* 1888.

fahrenen Forschers wie Ranvier nicht vermocht, uns in der Frage des Zusammenhangs der Spiralfaser mit der Ganglienzelle aufzuklären und wir haben kein Recht, scheinbare positive Resultate, die uns eine in ihrem Wesen noch so unbekannte Methode wie die der Methylenblaureaction ergiebt, constant negativen des uns lange vertrauten und bewährten Verfahrens der Reduction des Goldchlorids vorzuziehen und als der Wirklichkeit entsprechend hinzustellen.

Wir können nur sagen: die Spiralfaser steht unzweifelhaft an vielen Ganglienzellen mit einem durch die Methylenblaumethode wie jene Faser sich blaufärbenden Oberflächennetz, das von der Zellsubstanz der Ganglienzelle different ist, in directem Zusammenhang; jedoch ist noch kein Beweis dafür erbracht, dass Netz- und Fasersubstanz identisch sind und dass jene wirklich eine Ausbreitung der Spiralfasersubstanz auf der Oberfläche der Zelle darstellt. Ebenso gut könnten die Dinge so liegen, dass die Ganglienzelle mit ihrer Hülle durch eine netzförmig angeordnete Protoplasmaschicht verbunden ist. Die Spiralfaser durchbohre nun bei ihrem Zutritt zur Ganglienzelle in vielen Fällen einen Knotenpunkt oder Faden des Oberflächennetzes und trete alsdann in die Substanz der Zelle ein. Wenn wir nun annehmen, dass ausser dem Netze sich nur der ausserhalb der Zelle gelegene Theil der Spiralfaser durch die Methylenblaumethode färbt, so fänden die Bilder der Verbreitung der Spiralfaser auf der Ganglienzelle eine Erklärung, die vorderhand nicht zu widerlegen wäre, zumal die unten folgende Beschreibung von Figuren im Stroma der rothen Blutkörperchen die Annahme einer im Sinne Ehrlich's „intra vitam“ sich färbenden Protoplasmasubstanz nicht von der Hand zu weisen gestattet.

Um zu bestimmen, ob das Oberflächennetz vielleicht den Hüllen der Ganglienzelle angehört, suchte ich die Zellen nach ihrer Färbung zu isoliren und durch Maceration von ihren Hüllen zu befreien. Zupfversuche der frischen Praeparate in Kochsalzlösung musste ich wegen der Derbheit des sympathischen Gewebes sehr bald aufgeben; auch schlugen die gebräuchlichen Macerationsmittel an mit Hoyer's Pikrokarmin oder Jodkaliumlösung fixirten Praeparaten fehl, da hierbei in kurzer Zeit die Färbung auf den Zellen verschwand. Dagegen leistete mir das oben schon erwähnte Platinchlorid in starker wässeriger Lösung bei dieser Untersuchung gute Dienste. Sympathicusstränge, die die Oberflächennetze in grosser Menge zeigten, wurden auf 10—15 Minuten in diese Lösung gelegt, wobei — wie bei der Nervenfaser schon geschildert — die Färbung in kleine Krümeln zerfiel, jedoch ohne dass an den Zellen die Netzanordnung der Färbung zerstört wurde. Die so behandelten Praeparate wurden auf einige Stunden in 1 procentige Osmiumsäurelösung gelegt und dann in einer Mischung von circa einem Theil Salzsäure auf 100 Theile Glycerin 24—48 Stunden einer con-

stanten Temperatur von 40° C. ausgesetzt. Nach dieser Zeit waren die Praeparate sehr gut zu zupfen und die mikroskopische Untersuchung ergab sehr viele isolirte hüllenlose Ganglienzellen, die auf ihrer Oberfläche deutlich erkennbar das aus krümeligen Fädchen und Knötchen bestehende Netz zeigten, welches somit nicht in den Hüllen der Ganglienzellen gelegen sein kann.

Ueber die Natur der beiden von der Mehrzahl der sympathischen Ganglienzellen des Frosches ausgehenden Fasern ward lange Zeit gestritten. In der ersten Zeit nach Entdeckung der Spiralfaser durch Beale und Arnold erfreute sich die Ansicht, dass dieser Faser eine mehr nebensächliche Rolle zukäme und der gerade Fortsatz der eigentliche nervöse Ausläufer der Ganglienzelle wäre, einer grosen Zahl von Anhängern. Die Goldchloridmethode brachte kein Licht in dieser Frage, indem durch sie beide Ausläufer violett gefärbt werden.

Da machten Key und Retzius die wichtige Entdeckung, dass durch Ueberosmiumsäure an der Spiralfaser in grösserer oder geringerer Entfernung von der Zelle eine deutlich ausgesprochene Myelinscheide auftritt. Letztere beginnt scharf zugespitzt und verhält sich dann vollständig wie die Myelinscheide der peripherischen Nervenfasern, sie zeigt sogar in ihrem Verlaufe von Protoplasma umgebene, ganz denen anderer myelinhaltiger Nervenfasern ähnliche Kerne, deren Auftreten mithin stark für das Vorhandensein einer Schwann'schen Scheide spricht.[1]

An der geraden Faser konnten weder Key und Retzius noch die späteren Beobachter das Auftreten einer Myelinscheide wahrnehmen, obwohl es öfters gelang, jene Faser auf weite Strecken zu isoliren. Nach Key und Retzius erscheint sie immer blass und hat das Aussehen eines Axencylinders; sie schmälert sich in ihrem Verlaufe, doch konnten diese Forscher nie eine Theilung oder Verästelung an ihr wahrnehmen, obwohl sie eine solche in ihrem weiteren Verlaufe nicht leugnen wollen.

Auch Ranvier[2] glaubt, dass von den beiden Fasern l'une au moins procède vraisemblablement d'un tube nerveux muni d'une gaîne de myéline, was er zwar nicht gesehen hat, aber aus seinen Beobachtungen über den Aufbau der sympathischen Stränge schliesst.

Dogiel[3] untersuchte die Herzganglien des Frosches und hält die Spiralfasern für Trugbilder durch Faltelung einer bindegewebigen Kapsel, die die Zelle und den geraden Fortsatz einschliesst. Rawitz[4] schliesst sich

---

[1] A. a. O. S. 142.

[2] A. a. O. S. 1026.

[3] A. a. O.

[4] *Archiv für mikroskopische Anatomie.* 1880. Bd. XVIII.

dieser Auffassung an. Nach Dogiel verlaufen alle geraden Fortsätze in einer und derselben Richtung nach der Eintrittsstelle der Nn. cardiaci und nach Entfernung des umgebenden Bindegewebes hängen die Ganglienzellen an ihren Fortsätzen, wie Weintrauben an ihrem Stiel.

Golgi[1] sieht alle protoplasmatischen Fortsätze mit Bindegewebszellen und Blutgefässen in Beziehung stehen und hält sie für von besonderer Wichtigkeit für die Ernährung der Zelle.

Arnstein[2] führt die Entstehung der Spiralfaser auf mechanische Momente zurück. Wo diese fehlen, fehlt auch die Spiralfaser. Deswegen findet man in den Herzganglien eingeschlossen birnförmige Zellen mit und ohne Spiralfaser. Findet die später auswachsende Faser keine Hindernisse, so kommt es eben nicht zur Bildung von Spiraltouren, und etwa vorhandene Spiraltouren können wieder durch Streckung ausgeglichen werden.

Schwalbe[3] gelang es, die von Key und Retzius gesuchte Theilung der geraden Faser an mit 1 procentiger Osmiumsäure erhärteten und in Glycerinsalzsäuremischung bei 40° C. constanter Temperatur macerirten Praeparaten nachzuweisen, ohne bisher Gelegenheit gefunden zu haben, die Zeichnungen zu seiner Entdeckung zu publiciren. In seinem Auftrage geschieht dies in der vorliegenden Arbeit, nachdem ich mich selbst an auf gleiche Weise behandelten Objekten von diesem Befunde überzeugt habe.

Fig. 20 stellt auf sehr klare Art die Theilung der von der Spiralfaser umwundenen geraden Faser in zwei Aeste dar.

Besonders deutlich erscheint die Theilung in Fig. 21 und 22. An der letzteren Figur geht sie bis zur Auflösung der Faser in feinste Aestchen. Diese beiden Figuren stellen Ganglienzellen ohne Spiralfaser dar, eine Art von Sympathicusnervenzellen, die zuerst von Key und Retzius gesehen und beschrieben wurde.

Nach dieser Beobachtung rückt die bipolare Ganglienzelle des Froschsympathicus in das Schema der multipolaren Hirn- und Rückenmarksganglienzellen der Säuger ein, nur mit dem Unterschiede, dass bei jener die verästelten Fortsätze nahe bei einander von einer weit vom Centrum der Zelle entfernten Stelle, der Theilungsstelle der geraden Faser, abgehen, welch' letztere hiernach nur eine lang ausgezogene Partie der Zellsubstanz darstellt.

Auch die Methylenblaureaction stützt die Anschauung einer verschiedenen morphologischen und physiologischen Bedeutung der beiden Ausläufer der Ganglienzelle. Die bisherigen Beobachter sahen nämlich die Spiralfaser

---

[1] A. a. O.

[2] *Archiv für mikroskopische Anatomie.* Bd. XXIX.

[3] A. a. O. S. 985 Anm.

sich intensiv blau färben, während die gerade Faser stets ungefärbt bleibe. Ehrlich geht sogar soweit in der Verwerthung dieser tinctoriellen Differenz, dass er den Schluss ziehen zu dürfen glaubt: die umwundene Faser ist der centripetalen, die gerade der centrifugalen Leitung gewidmet.

Abgesehen davon, dass eine solche Function der geraden Faser nach ihrer oben geschilderten morphologischen Natur wohl schwerlich zukommen kann, ist die Behauptung von ihrem Ungefärbtbleiben nicht ganz zutreffend.

Ich fand nämlich an einer Zahl von günstig im Praeparate liegenden Zellen die Contouren der geraden Faser durch eine reichliche Anzahl von blauen kugeligen und ovalen oder geraden und gebogenen kurzen stäbchenförmigen Gebilden ausgezeichnet, so dass von diesen Ganglienzellen, mehrmals von der Spiralfaser umschlungen, zwei aus solchen blauen Körperchen bestehende, annähernd parallel verlaufende Linien eine ziemlich beträchtliche Strecke weit zu verfolgen waren (*g* in den Figg. 18 u. 19, angedeutet in Fig. 17). Nicht selten liegen diese Körperchen auf der geraden Faser selbst, doch ist ihre Hauptmasse stets an den Contouren zu sehen. Sie sind von sehr wechselnder Zahl und setzen sich gewöhnlich direct in die granulirte Substanz am Pole der abgehenden Fortsätze fort. Den Gedanken, dass diese Zeichnung an der geraden Faser die Ueberbleibsel oder Anfangsstadien einer Oberflächennetzfärbung auf dieser seien, musste ich aufgeben, da es mir nie gelang, eine Verbindung der Kügelchen oder Stäbchen durch blaue Fäden wahrzunehmen. In einem Sympathicusstrang, den ich ganz kurze Zeit nach der Injection des Thieres untersuchte, war die Reaction noch an ihrem ersten Anfang: eine einzige Zelle erst zeigte das Oberflächennetz nebst der Spiralfaser und zugleich auch die Contourgebilde der geraden Faser in der oben beschriebenen Weise. Mitunter sind diese nur recht spärlich entwickelt und es zeigen sich nur vereinzelte blaue Körperchen, welche, wenn sie zwischen den Windungen der Spiralfaser liegen, leicht für die einzelnen dort gelegenen Kerne gehalten werden können. Diese Kerne werden von Key und Retzius als eine Fortsetzung der granulirten Zellpartie angesehen.

Bis zu ihrer Theilung konnte ich die durch die Methylenblaumethode sichtbar gemachte gerade Faser niemals verfolgen. Aus ihrem geschilderten Verhalten gegen das Methylenblau geht zur Genüge hervor, dass ihre tinctoriellen Unterschiede gegenüber der Spiralfaser wohl schwerlich so principieller Natur sind, als dass man aus ihnen weittragende Schlüsse über die functionelle Differenz der beiden Fasern ziehen dürfte, in dem Sinne, wie Ehrlich es thut. Vielmehr reiht sich die Färbung der geraden Faser der der Ganglienzellenoberfläche an und erscheint somit die einheitliche Auffassung des geraden Fortsatzes und der Ganglienzelle auch durch ihr Verhalten dem Methylenblau gegenüber gestützt.

Die Fixation aller blau gefärbten Gebilde an den Ganglienzellen gelingt leicht durch Hoyer's Pikrokarmin oder Jodjodkaliumlösung. Am besten bedient man sich des ersteren um das gleiche Quantum Wasser verdünnt und lässt es von der Seite unter das Deckgläschen fliessen. Auch für die Umlegung in Glycerin bedient man sich oft mit Vortheil des bei den Perlschnurfasern angegebenen Verfahrens.

Zu bemerken ist noch, dass das Hoyer'sche Pikrokarmin bei den diffus gefärbten Ganglienzellen mit Oberflächennetzen diese letztere nicht hervortreten lässt, wie den Centralfaden bei den markhaltigen Nervenfasern, sondern dass hier die ganze Zelle die gelbe Farbe des Pikrokarmins annimmt, während der Kern sich mehr oder weniger stark orange färbt.

Durch directes Einlegen von Sympathicussträngen in verdünnte Methylenblaulösung erhielt ich stets diffuse Zellenfärbung mit oder ohne Oberflächennetze.

Die rothen Blutkörperchen des Frosches.

Das Blut der mit Methylenblau injicirten Frösche zeigt mehrere interessante Eigenthümlichkeiten in seinem Verhalten diesem Farbstoffe gegenüber.

Untersucht man das Blut von Fröschen, denen ca. 3 cbcm der concentrirten Methylenblaulösung injicirt wurden, nach 1 bis $1^1/_2$ Stunden, so hat dasselbe oft eine grünliche Farbe angenommen, welche gewöhnlich schon bei dem Betrachten des schlagenden Herzens, besonders in der Diastole auffällt, indem das Myocardium eine Färbung durch das eintretende Blut aufweist, welche zwischen Grün und Roth die Mitte hält, während in der Systole das Herz oft rein grün erscheint.

Gewöhnlich entnahm ich das Blut zur mikroskopischen Untersuchung aus dem noch schlagenden Herzen. Hierbei zeigten die meisten rothen Blutkörperchen auf ihrer Oberfläche, besonders häufig an einem der Pole ein bis drei, manchmal noch mehr kleine blaue Kügelchen, an denen ich in mehreren Fällen ganz feine pendelnde Bewegungen wahrnehmen konnte, während sie allen Orts- und Lageveränderungen der Blutkörperchen folgten und auch auf diesen selbst ihre Stelle nicht änderten.

In dem Serum des untersuchten Blutes, so wie in der zur Injection verwandten Methylenblaulösung habe ich nie derartige Kügelchen nachweisen können, und so haben wir es hier mit der auffälligen Thatsache zu thun, dass die rothen Blutkörperchen die Eigenschaft haben, aus der zugeführten Methylenblaulösung blaue Kügelchen auf ihrer Oberfläche zu verdichten. Ich weiss für diesen Befund keine andere Erklärung, als dass die Kügelchen gefärbte — wahrscheinlich ausgetretene — Stückchen Proto-

plasma des Blutkörperchens sind, die oft nur in loser Verbindung mit dem Stroma der letzteren stehen.

Solche Kügelchen findet man vielfach an allen jetzt gleich zu besprechenden Färbungscategorien der rothen Blutkörperchen, so wie an sonst ganz ungefärbten noch lebenden-oder absterbenden.

Analog der Färbung der Ganglienzellen und der Nervenfasern können wir auch hier verschiedene Categorieen in der Art der Methylenblaureaction unterscheiden, und zwar rede ich hier nur von Blutkörperchen, die in ihrer Gestalt als völlig normal zu gelten haben und keine Spuren der Wassereinwirkung oder des Absterbens an sich tragen. Abgesehen von einem wechselnd grossen Theile, der ungefärbt bleibt, sehen wir in einem Praeparate folgende Färbungen in den Blutkörperchen:

1. blau gefärbte Kerne,

2. blau gefärbte Kerne mit einem Figurenkranz in hellem ungefärbtem Stroma,

3. blau gefärbte Kerne mit einem Figurenkranz in hellblauem Stroma,

4. blau gefärbte Kerne und etwas helleres blaues Stroma ohne Figuren darin.

Die Blaufärbung der Kerne ist somit etwas, das allen durch das Methylenblau gefärbten Blutkörperchen zukommt. Figurenkränze oder gefärbtes Stroma ohne Kernfärbung kamen mir nie zu Gesicht.

Die Figuren in den Blutkörperchen bilden bei vollkommener Ausbildung, wie sie verhältnissmässig nur selten zu sehen ist, einen Ring zwischen Kern und Rand des Blutkörperchens in einiger Entfernung von diesen.

Der Ring besteht aus einem ziemlich dichten unentwirrbaren blauen Fadennetz von äusserster Feinheit der einzelnen Fädchen und stellt eine zarte Guirlande vor, die sich in einigem Abstand um den Kern schlingt. Die gewöhnlichen Bilder zeigen nur Bruchstücke dieses Ringes in der Form von Bogen oder einzelnen Knäuel. Von dem Ring oder seinen Bruchstücken, von welchen ich nicht anzugeben vermag, ob sie einer unvollkommenen Färbung, einem Abblassen oder einer natürlichen Anordnung der gefärbten Gewebsconstituenten entsprechen, ziehen nicht selten Fädchen nach dem Rande des Blutkörperchens, ohne diesen aber zu erreichen, so wie zum Kerne hin; hier gelingt es bei Anwendung stärkster Systeme und bei günstiger Beleuchtung mitunter ein solches Fädchen über den Kern hin zu einem anderen Punkte der Guirlande zu verfolgen.

Gehen von einzelnen Netzknäueln solche Fädchen zu dem Kerne, so erscheinen die Knäuel wie gestielte Sprossungen des Kernes.

Man kann die geschilderten Figuren leicht mit Absterbeerscheinungen der rothen Blutkörperchen verwechseln, besonders wenn deren Stroma eine

blaue Färbung angenommen hat. Legt sich dann nämlich die Oberfläche dieser Blutkörperchen in Falten und Runzeln, so entstehen mitunter Bilder, die die oben beschriebenen Fädchennetze vortäuschen können, wenn man es versäumt, durch fleissigen Gebrauch der Mikrometerschraube sich von den Unebenheiten, die diese Faltenbildungen auf der Oberfläche hervorrufen, zu überzeugen.

Die Reaction auf das Methylenblau nach irgend einer der erwähnten Arten kommt besonders an Blutkörperchen zu Stande, die die eine oder andere Abweichung vom normalen Aussehen zeigen. Es fiel mir auf, dass die Fädchennetze mit Vorliebe an Blutkörperchen auftreten, deren Rand durch mechanische Einwirkung eine Kerbe erlitten hatte, oder deren Kerne nicht mehr rein ovale Gestalt, sondern eine leichte seitliche Einbiegung zeigten; eine Thatsache, die mit meiner Anschauung über das Zustandekommen der Methylenblaufärbung gut harmonirt. Ganz besonders zeigt das Stroma der intensiv blauen sog. freien Kerne in grosser Deutlichkeit die Fadenfiguren.

Die Fädchennetze bleiben ziemlich lange bestehen und lassen sich deshalb gut zeichnen. Auch ihre Fixation mit Hoyer's Pikrokarmin gelingt, ohne dass ihre Deutlichkeit allzu grosse Einbusse erleidet.

Es ist sehr schwer zu entscheiden, was eigentlich die Guirlanden um den Kern darstellen. Die Netzstructur erinnert an die chromatische Substanz des Zellprotoplasma's, und der Gedanke, dass das Brücke'sche Oekoid sich gefärbt habe, liegt nicht allzu fern, obwohl ich mich hüte, nach irgend einer Seite hin eine Behauptung über die Natur des Fädchennetzes aufzustellen.

In Folge der zweiten Mittheilung Arnstein's[1] versuchte ich die Einwirkung von verdünnter Methylenblaulösung auf einen Blutstropfen unter dem Deckgläschen, zumal da hier der Nachtheil dieser Modification der Methode, dass sich ausser den Nervenfasern auch zellige Elemente färben, nicht störend wirken kann.

Ich fand bei Benutzung einer um's Dreifache verdünnten concentrirten Lösung, dass nach einigen Stunden die Kügelchen an den Polen der Blutkörperchen auftreten, und zwar theils einzeln, theils in Haufen von 3—8. In manchen Fällen umgaben viele einzelne Kügelchen den Kernumfang. Allmählich nimmt der Kern einen blauen Anflug an, der immer intensiver wird. Die sogenannten freien Kerne und abgestorbenen Blutkörperchen färben sich schnell. Nach jeder Untersuchung ward das Praeparat in eine feuchte Kammer gebracht und konnte so lange Zeit erhalten bleiben. Erst

---

[1] *Anatomischer Anzeiger.* 1889. S. 380 Anm.

recht spät, oft erst nach 20—24 Stunden tritt — wie auch Kowalewsky[1] angiebt — eine Färbung des Stroma's ein, aber niemals gelang es mir, die Fädchenkränze darin nachzuweisen, nicht einmal Andeutungen davon waren sichtbar.

Die blauen Kügelchen auf den Blutkörperchen sah Kowalewsky nur an lackfarbenem Hundeblut nach Methylenblauzusatz. Er beschreibt hier an den schwach violetten Stromascheiben an deren Peripherie ein stark gefärbtes Knöpfchen. „Seltener sieht man an dem Rande der Scheiben statt eines Knöpfchens mehrere sehr feine.“

An Blutkörperchen von Meerschweinchen und Kaninchen suchte ich vergebens nach Fädchennetzen. Die Blutkörperchen färben sich hier sehr reichlich bei den verschiedensten Behandlungsarten des Blutes mit dem Methylenblau, aber stets ist die Färbung eine ganz diffuse.

Zum Schlusse bemerke ich noch, dass durch die Methylenblaumethode eine sehr ausgedehnte und vollständige Färbung der Kerne der glatten Gefässmusculatur erfolgt, wodurch sehr zierliche Bilder der Gefässe entstehen.

Ferner kann ich vollständig Arnstein's[2] Bemerkungen über die Färbung des protoplasmatischen Theils der Fettzellen bestätigen. Endlich zeichnet sich unter den so sehr reichlich sich blau färbenden Bindegewebszellen eine Art grosser, auffallend granulirter, etwas platter, isolirt liegender Zellen aus, die man in den verschiedensten Organen des Frosches im interstitiellen Bindegewebe beobachtet, durch eine sehr lebhafte Lilafärbung aus, die sehr deutlich sich von allen blau gefärbten Gewebselementen abhebt.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden während des Wintersemesters 1888/89 und des Sommersemesters 1889 im Laboratorium des hiesigen anatomischen Instituts ausgeführt, und es ist dem Verfasser eine angenehme Pflicht, an dieser Stelle seinem hochverehrten Lehrer, Hrn. Prof. Dr. Schwalbe für die Anregung zu dieser Arbeit und die freundliche Unterweisung seinen tiefgefühlten Dank auszusprechen.

Strassburg, 31. Juli 1889.

[1] *Anatomischer Anzeiger*. 1888.

[2] A. a. O.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. VII und VIII.)

Die Figg. 1—19 stammen sämmtlich von Methylenblaupraeparaten des Frosches.

Figg. 1—6 und 8—19 sind mit Seibert's apochromat. Immersion 2^{mm} Compensat. Ocul. 4, Fig. 7 mit dem genannten Objectiv und Compensation Ocul. 2 mittels des Abbé'schen Zeichenapparates und bei eingeschobenem Tubus von mir entworfen, wobei das Zeichenpapier direct auf der Platte des Arbeitstisches, d. i. ca. 35^{cm} von der Mitte des Spiegels des Zeichenapparates entfernt lag.

Fig. 1. Spindelförmiger Zerfall einer diffusblauen markhaltigen Nervenfaser mit deutlich differenzirtem breitem Centralfaden aus einem frisch in Kochsalzlösung gezupften blauen Nervenstamm. Mark intact bis auf die künstlichen Schnürstellen, wo es zerfallen ist.

Fig. 2. Isolirte intensive Centralfadenfärbung in einer markhaltigen Nervenfaser aus einem frisch in Kochsalzlösung gezupften blauen Nervenstamm. Leichte Schlängelung des mittelbreiten Centralfadens.

Fig. 3. Dasselbe wie Fig. 2. Centralfaden schmal, intensiv gefärbt mit starker Schlängelung.

Fig. 4. Spindelförmiger Zerfall einer markhaltigen Nervenfaser mit isolirter Centralfadenfärbung. Aus einem frisch in Kochsalzlösung gezupften blauen Nervenstamm. Für das Mark gilt das bei Fig. 1 Gesagte. Centralfaden sehr schmal, dunkelblau, deutlich geschlängelt.

Fig. 5. Starke Varicositäten des isolirt gefärbten Centralfadens, künstlich durch Druck auf das Deckgläschen hervorgebracht bei einer markhaltigen Nervenfaser aus einem frisch in Kochsalzlösung gezupften blauen Nervenstamm. Die Markscheide ist völlig unversehrt.

Fig. 6. Freier Centralfaden nach protrahirter Pikrokarminbehandlung eines blauen Nervenstammes durch Zupfen gewonnen. Deutliche fibrilläre Structur. Fibrillen verlaufen geschlängelt und sind nur schwach roth gefärbt, einige zeichnen sich durch schwarzrothe Färbung aus.

Fig. 7. Motorische Nervenendigung an einer Muskelfaser des Brusthautmuskels durch Methylenblau dargestellt und mit Hoyer's Pikrokarmin einige Stunden lang behandelt. Die Querstreifung war an dieser Faser völlig erhalten, ist aber nicht gezeichnet. Die interfibrillären Körnchenzüge sind reichlich roth gefärbt, aber nur wenige, durch besonders intensive Färbung ausgezeichnete, sind in der Figur dargestellt *a)*.

Die contractile Substanz der Muskelfaser erscheint hellroth. Der Axialbaum der Nervenausbreitung ist schwarzroth und hat sehr scharfe Contouren. Das Stroma ist gelb gefärbt und hat sehr feine aber deutliche Contouren; in ihm liegen zahlreiche unregelmässig gestaltete, burgunderrothe Bröckel. Die zur Muskelfaser tretende Nervenfaser zeigt isolirte Centralfadenfärbung.

Fig. 8. Ranvier'sche Schnürstelle in einer Nervenfaser mit isolirter Centralfadenfärbung aus einem frisch in Kochsalzlösung gezupften blauen Nervenstamm. Centralfaden etwas breit.

Fig 9. Schwarzrothes Kreuz durch Pikrokarminbehandlung an einer ursprünglich diffusblauen Nervenfaser mit differenzirtem Centralfaden dargestellt. Längsstab deutlich gegen den Centralfaden im Marksegment abgesetzt. Das Renflement steht hier etwas geneigt, hat daher elliptische Gestalt im optischen Durchschnitt. Periphere Axencylindersubstanz gelb, Centralfaden burgunderroth.

Fig. 10. Schwarzrothes Kreuz an einer diffusblauen Nervenfaser, die bei protrahirter Pikrokarminbehandlung einen rosafarbenen Axencylinder bekam. Längsstab strahlt pinselförmig in den Axencylinder im Marksegment aus. Renflement steht hier senkrecht, hat daher rechteckige Gestalt im optischen Durchschnitt.

Fig. 11. In ein Marksegment verschobenes schwarzrothes Kreuz in einer ursprünglich diffusblauen Faser mit differenzirtem Centralfaden. An der Schnürstelle ist das Mark etwas zerfallen und angehäuft. Längsstab scharf abgesetzt gegen den burgunderrothen Centralfaden. Periphere Axencylindersubstanz gelb.

Figg. 8, 9, 10, 11 zeigen deutlich die Einsenkung der Schwann'schen Scheide, sowie das Anlegen des Markes an den Centralfaden, bez. die Verschmälerung des Axencylinders an den Schnürstellen.

Fig. 12. Marklose Nervenfaser aus dem Olfactorius mit Theilung. Ursprünglich diffusblau; durch protrahirte Pikrokarminbehandlung wurden feine Fibrillen erkennbar, die schwarzrothe Farbe haben; zwischen dieser und in ihrer Umgebung liegt gelbe Substanz mit vielen Bröckeln.

Fig. 13. Marklose Nervenfaser mit Theilung aus dem frischen Mesenterium. Zeigt feine blaue Fibrillen mit geschlängeltem Verlauf.

Fig. 14. Dasselbe wie Fig. 13, aber ohne Theilung der Faser. Die Fibrillen zeigen feine homogene punktförmige Anschwellungen in ziemlich regelmässigen Abständen.

Fig. 15. Feine blaue Perlschnurfasern, sich zweimal kreuzend, frisch aus einem blauen Nervenstamm.

a) Spindelvaricositäten, den Verbindungsfaden unterbrechend.

b) Homogene punktförmige Anschwellungen des Verbindungsfadens.

c) Spindelvaricositäten vom Verbindungsfaden durchzogen.

Fig. 16. Dicke Perlschnurfasern mit lauter grossen Spindeln aus dem Grenzstrang des Sympathicus, mit Pikrokarmin behandelt.

a) vom Verbindungsfaden durchzogene Spindeln.

b) den Verbindungsfaden unterbrechende Spindeln.

An allen Spindeln ist deutlich die stärkere Färbung der Pole zu sehen.

Figg. 17, 18, 19. Ganglienzellen aus dem Grenzstrang des Sympathicus. Ganz kurze Zeit mit Pikrokarmin behandelt, daher Blaufärbung erhalten. Schöne Entwickelung des Oberflächennetzes, Zellsubstanz blass orange; Kern nicht sichtbar. Nur die bei hoher Einstellung sichtbare Partie des Oberflächennetzes ist dargestellt.

a) Anschwellungen der Spiralfaser.

b) Granulirte Substanz am verschmälerten Zellpole.

c) Kerne darin.

d) in Fig. 17. Dreieckige Figur an einem Netzknotenpunkt.

e) Kugeln in den Maschenräumen des Netzes.

f) in Figg. 17 und 19. Granulirte Plaques an der Zellperipherie.

g) Verschieden gestaltete Gebilde, die gerade Faser markirend, in Fig. 18 deutlich in zwei Reihen gestellt. In Fig. 17 sind diese Gebilde nur als zwei Kugeln angedeutet.

Figg. 20, 21, 22 sind von Hrn. Prof. Schwalbe gezeichnet und werden in seinem Auftrage hier veröffentlicht.

Fig. 20. Isolirte Ganglienzelle aus dem mit 1 procentiger Osmiumsäurelösung und 48 stündiger Maceration in 1 procentiger Glycerinsalzsäuremischung bei 40° const. Temperatur behandelten Grenzstrang des Froschsympathicus. Gerade Faser von der Spiralfaser umwunden, theilt sich in zwei Aeste. Gezeichnet bei Zeiss Obj. I. Ocul. II.

Fig. 21. Dasselbe wie in Fig. 20, aber es fehlt dieser Ganglienzelle die Spiralfaser. Angedeutete dichotomische Theilung der geraden Faser; Kerne der Zelle nicht sichtbar. Gezeichnet bei Zeiss Obj. F. Ocul. II.

Fig. 22. Dasselbe wie Fig. 21. Theilung des geraden Zellfortsatzes bis in feinste Fäserchen. Gezeichnet bei Zeiss Obj. D. Ocul. II. Auf die Hälfte reducirt.

Untersuchungen über den Bau der Placenta.

(Fortsetzung.)

III. Der Bau der Hundeplacenta.

Von

Prof. Dr. H. Strahl
in Marburg.

(Hierzu Taf. IX u. X.)

In den vorausgehenden Abschnitten der vorliegenden Arbeit[1] habe ich für eine Reihe von Thieren beschrieben, in welcher Weise die Anlagerung des Eies an die Uteruswand zu Stande kommt und welche Veränderungen namentlich an der letzteren sich abspielen; dabei zugleich die ausserordentlichen Verschiedenheiten hervorgehoben, welche sich in dieser Beziehung nachweisen lassen.

In dem Folgenden gedenke ich nun den Gang der Darstellung eben dieser Verschiedenheiten halber zu ändern und die weitere Entwickelung der Placenta einzelner der früher beschriebenen Thiere im Zusammenhange zu schildern.

Dabei will ich den Anfang mit der Placenta der Hündin machen, von welcher mir eine grössere Reihe von Entwickelungsstadien vorliegt.

Ausserdem habe ich bereits in der Abhandlung über den grünen Saum der Hundeplacenta[2] eine Reihe von schematischen Abbildungen gegeben, welche neben der Bildung dieses Saumes zugleich eine Uebersicht über die anliegenden Theile der Placenta geben, und demgemäss enthalten die folgenden Auseinandersetzungen wesentlich eine genauere Ausführung des dort kurz Angedeuteten.

[1] *Dies Archiv.* 1889. S. 213 u. Supplementband S. 197; — *Marburger Sitzungsberichte.* 6. August 1888.

[2] *Dies Archiv.* 1889. S. 196.

Ich gehe dabei hauptsächlich auf die frühen und mittleren Stadien der Placentarbildung ein, weil diese einer Untersuchung besonders bedürftig sind. Die älteren Entwickelungszustände haben von den früheren Autoren bereits mehrfach Berücksichtigung gefunden.

Turner[1] hat bei seinen Arbeiten über die vergleichende Anatomie der Placenta auch Untersuchungen an der gürtelförmigen Placenta angestellt; er hat dabei eingehender diejenige der Katze als die der Hündin beschrieben, aber auch andere Thiere berücksichtigt; es ist ihm dabei selbst die Verschiedenheit der Objecte aufgefallen.

Er hat von der Hündin auch die Zustände des nicht trächtigen Uterus namentlich mit Rücksicht auf die Differenzen in Bezug auf die Uterindrüsen untersucht; er ist hiernach geneigt, die Sharpey-Bischoff'schen Krypten für schräg geschnittene lange Drüsen zu halten. Nach seiner Fig. 6 (a. a. O.) glaube ich jedoch, dass er für die Zeichnung dieser überhaupt einen Entwickelungszustand mit Krypten nicht vor sich gehabt hat. Ich verweise zum Vergleiche hierfür auf die von mir über den gleichen Gegenstand gelieferten Abbildungen.

Mit der Darstellung, die er von der entwickelten Placenta giebt, würde ich mich in den wesentlichen Punkten einverstanden erklären; seine Beschreibung der abgelösten Placenta stimmt durchaus mit dem, was ich selbst gesehen habe, überein, nur möchte ich bei der Wahl der Terminologie die Bezeichnung „reflexa", die bereits Rolleston unzweckmässig erschien und an der auch Fleischmann für die Katzenplacenta Anstoss nimmt, für die Hundeplacenta nicht anwenden.

Ercolani giebt unter seinen zahlreichen Darstellungen der verschiedensten Placenten ebenfalls mehrere Abbildungen von weiter vorgeschrittenen Hundeplacenten. Seine Fig. 3[2] und Fig. 2[3] geben schematisirte aber in den wesentlichen Punkten richtige Abbildungen älterer Hundeplacenten; dagegen scheint mir das Schema, welches er a. a. O.[3] Taf. V, Figg. 11 u. 12 aufstellt, den thatsächlichen Verhältnissen nicht Rechnung zu tragen. Gegen seine Ansicht über das Verhalten der Uterindrüsen in der frühesten Zeit der Trächtigkeit polemisirt bereits Turner und verweise ich, was meinen eigenen Standpunkt anlangt, wie eben gesagt, auf meine früher mitgetheilten Beobachtungen.

Tafani[4] hat bei seinen umfangreichen Untersuchungen über die vergleichende Anatomie der Placenta hauptsächlich reife injicirte Placenten

---

[1] *Lectures on the comp. anatomy of the Placenta.*

[2] *Delle glandule otricolari dell' utero.* Bologna 1868.

[3] *Sull' unita del tipo anatomico della placenta nei mammiferi e nell 'Umana specie.* Bologna 1877.

[4] *Sulle condizioni utero placentari della vita fetale.* Firenze 1886.

verwendet, da er vorwiegend die verschiedenen Formen der Ernährung des Foetus studiren wollte.

Er beschreibt neben Anderem den Bau der Katzen- und Hundeplacenta und kann ich mich in den wesentlichen Punkten seinen Darstellungen, soweit sie sich auf das Morphologische beziehen, anschliessen.

In einigen Punkten muss ich jedoch von seiner Schilderung abweichen; vergleiche ich z. B. seine Fig. 1, Taf. III mit meinen entsprechenden Praeparaten, so muss ich zunächst nach diesen das Verhalten des Placentarrandes anders auffassen als Tafani. Ich verweise in Bezug hierauf auf die Figg. 11 und *g* der Arbeit über den grünen Saum; es ergeben sich sofort Unterschiede.

Ein solches Zusammenliegen von Chorion und Uterusepithel, wie Tafani zeichnet, finde ich nicht; ich vermisse dagegen bei ihm die Vorsprünge des Chorion und der Uteruswand, welche am Rande der Placenta so auffällig in einander greifen.

Die in die spongiösen Räume hineinhängenden Zottenspitzen würde ich grösser zeichnen, als Tafani, und auch in Bezug auf die foetalen und mütterlichen Theile in der compacten Placentarschicht etwas abweichen, ich verweise in dieser Beziehung auf Fig. 10.

Von neueren Autoren hat Fleischmann eingehend Untersuchungen über die Entwickelung der Placenta bei der Katze, auch einzelne über die des Fuchses angestellt.

Ich habe bereits früher einige Punkte hervorgehoben, in denen ich von Fleischmann abweiche; vielleicht beruhen einige der Unterschiede auch darauf, dass, wenn auch in mancherlei Beziehungen die Placenten von Katze und Hund einander ähnlich sind, doch, wie bereits Turner betont hat und Tafani zeichnet, wieder vielfache Verschiedenheiten zu verzeichnen sind. Auffällig ist für die frühen Entwickelungszustände, dass nach Fleischmann die Zotten bei der Katze unmittelbar und durchgängig in Uterindrüsen hineinwachsen, während beim Hunde dies nur in beschränktem Maasse (s. u.) der Fall ist und andererseits viele der Zotten sich beim Einwachsen neue Wege bahnen.[1]

[1] Weiterhin auffällig ist auch, dass *post partum* bei der Katze eine Zeit lang die Uteruswand nur aus Muscularis und dem Bindegewebe der Schleimhaut besteht. Bei der Hündin ist kurz nach der Geburt, jedenfalls zu entsprechender Zeit, also etwa 10 Tage *post partum* keine erhebliche epithelfreie Stelle vorhanden; es bietet im Gegentheil das Epithel der spongiösen Drüsenlager, welches späterhin zum Uterusepithel wird, dasselbe Aussehen, das es *post partum* besitzt, schon eine Zeit vor dem Wurf. Veränderungen an dem Epithel treten möglicher Weise viel später auf, indem es mit zunehmender Verkleinerung des Uterus ebenfalls an Volum verliert; jedenfalls sind aber bei der Hündin die Uterindrüsen, welche erhalten bleiben, bereits vor der Geburt als tiefe Drüsenlagen kenntlich.

Auch in der Arbeit von Heinz[2] über die menschliche Placenta finden sich Angaben über die Hundeplacenta und sind einige richtige Abbildungen der reifen injicirten Placenta gegeben.

Speciell mit der Untersuchung der Placenta der Hündin endlich hat sich Heinricius[2] beschäftigt, und seine Darstellungen stimmen mit dem von mir Beschriebenen in vielen wesentlichen Punkten durchaus überein. Heinricius scheint sich in der Frage der Uterusdrüsen an Ellenberger und Eichbaum anzuschliessen und würde demgemäss dann von meiner früher entwickelten Ansicht etwas abweichen.

Den von mir beschriebenen Schluss der Krypten erwähnt er zwar nicht ausdrücklich, zeichnet denselben jedoch in einer beigefügten Figur richtig.

Das Epithel soll nach ihm zu Grunde gehen, sobald das Ectoderm mit der Innenwand des Uterus in Verbindung tritt. Ebenso nimmt er einen weitgehenden Zerfall des Epithels der Krypten an, und daran anschliessend die Bildung eines Syncytium.

Darin, dass die Zotten sich wenigstens vorwiegend neue Wege bahnen, würde Heinricius mit mir übereinstimmen. Er weicht jedoch in der Auffassung des Saumes wieder ab, indem er diesen für einen Sinus erklärt; unter Hinweis auf die Abhandlung in diesem Archiv, welche die genauere Auseinandersetzung der Vorgänge enthielt, welche sich bei der Bildung des Ringes abspielen, muss ich mich ausser Stand erklären, dem zuzustimmen. Andererseits ist seine Darstellung von den Einzelheiten der Bilder, die man auf Durchschnitten erhält, wieder vielfach mit der meinigen in Uebereinstimmung.[3]

Die Ausbildung der serösen Hülle (des amniogenen Chorion) und die Anlagerung der Allantois.

Die Figg. 9 und 10 Taf. XIV in *diesem Archiv* 1889 geben die Abbildung von Querschnitten durch Hundeuteri und Keimblasen 19 und 20 Tage nach der Begattung.

Ich schliesse daran an die Darstellung entsprechender Objecte von 21, 25 und 26 Tagen; die Praeparate waren in gleicher Weise hergestellt, wie jene und sind bei derselben Vergrösserung gezeichnet. (In Betreff der Terminologie verweise ich auf meine genannten früheren Abhandlungen).

---

[1] *Dissertation.* Breslau und *Archiv für Gynaekologie.* 1888. Bd. XXXIII. 3.

[2] *Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften zu Berlin.* 31. Januar und 14. Februar 1889.

[3] Während des Druckes dieser Mittheilung ist die ausführliche Arbeit von Heinricius erschienen. Ich gehe auf dieselbe in der augenblicklich druckfertigen nächsten Fortsetzung des Genaueren ein.

Fig. 1 — Uterusquerschnitt mit Embryo von 21 Tagen — schliesst unmittelbar an die oben erwähnte Fig. 10 an. Während diese einen Embryo mit eben im Schluss begriffenen Amnion und kaum vorsprossender Allantois zeigt, war bei dem Embryo von Fig. 1 das Amnion völlig geschlossen, von der serösen Hülle (amniogenem Chorion) gelöst und zwischen beiden ist eine noch sehr kleine blasenförmige Allantois eben im Begriff sich an die Innenwand der serösen Hülle anzulegen.

Die seröse Hülle liegt auf der Strecke *a b c* nach innen frei, bei *c d e a* lagert sich die Dottersackswand an ihre innere Seite an. Man würde hier also von Omphalochorion und Allantochorion im Sinne von Fleischmann reden können.

Die seröse Hülle ist fest mit der Uterusoberfläche verbunden und bildet eine grosse Reihe von kleinen Aussackungen, indem sie wie schon Bischoff wusste, in Gestalt von hohlen Zapfen in die Uteruswand eindringt. Diese kleinen Hohlräume sind theils in ihrem mittleren Abschnitt auf den Durchschnitten getroffen, wie gegenüber *a*, theils seitlich, in welchen Fällen sie, wie links von *a* als kleine scheinbar nach oben geschlossene Räume erscheinen.

Ein Vergleich der Uteruswand des vorliegenden Praeparates von 21 Tagen mit dem vom 20. Tag ergiebt bereits bei der Vergrösserung mit der Lupe eine Reihe von sehr wesentlichen Veränderungen.

Abgesehen von der Dickenzunahme der ganzen Wand hat die Erweiterung der mittleren Drüsenabschnitte, welche zur Bildung der spongiösen Schicht führt, so zugenommen, dass diese als endgültig ausgebildet angesehen werden kann, während am 20. Tage ihre Ausbildung eben eingeleitet war. Da man am 19. noch nichts von derselben wahrnimmt, kann man demgemäss feststellen, dass zu ihrer Fertigstellung die Zeit von kaum zwei Tagen ausreicht. Auch in der über ihr liegenden compacten Schicht machen sich Veränderungen bemerkbar. Die gesammte Lage der Sharpey-Bischoff'schen Krypten wird nämlich in die Tiefe verschoben.

Die Krypten erscheinen als eine Schicht von kleinen zackigen unregelmässigen Hohlräumen, die völlig geschlossen sind und sich den spongiösen Räumen unmittelbar auflagern. Die letzteren schieben sich mit den sehr verschmälerten Ausführungsgängen der langen Drüsen zwischen die verschlossenen Krypten ein, wie z. B. bei *e* (Fig. 1).

Nach oben abgeschlossen wird die compacte Schicht durch die aufgelagerte seröse Hülle, welche mit einem schmalen ihr anliegenden Saum mütterlichen Gewebes in der Figur durch einen dunkler gehaltenen grauen Rand angedeutet ist.

Ehe ich zu der Darstellung derjenigen Verhältnisse übergehe, welche nur mit Hülfe von stärkeren Vergrösserungen festzustellen sind, schliesse

ich die Schilderung von zwei Durchschnitten an, welche, bei gleicher Vergrösserung wie Fig. 1 gezeichnet, die Veränderungen erkennen lassen, welche sich an dies Stadium unmittelbar anschliessen.

Fig. 2 ist nach einem Durchschnitt gezeichnet, der von einem Embryo gewonnen wurde, dessen Allantois im Begriff steht, sich der serösen Hülle fester anzulagern. Der Uterus war frisch durch einen Längsschnitt eröffnet, es wurde aber der Embryo in Zusammenhang mit der Uteruswand belassen und beide so erhärtet.

Der Durchschnitt zeigt, dass die Allantois aus einer Blase mit gleichmässig dicken Wandungen (Fig. 1) sich in eine solche mit einer dicken Seite *b* und einer dünneren *c* verwandelt hat. Die letztere dient zur Vereinigung mit der serösen Hülle, welche annähernd in der Mitte gegenüber *a* beginnt, indem hier die Allantoiswand sich in unten genauer zu schildernder Weise in die hohlen Zotten der serösen Hülle einsenkt.

Die Anlagerung der gesammten, derzeit vorhandenen oberen Allantoisfläche an die Innenwand der serösen Hülle stellt dann Fig. 3 dar, nach einem Praeparat von 25—26 Tagen gezeichnet. Es wurde hier wieder der uneröffnete Uterus geschnitten.

Während die tiefe Drüsenlage und die spongiöse keine sehr wesentliche Veränderung gegen Fig. 1 erkennen lassen, enthält die obere compacte Schicht nunmehr zwei Lagen von Hohlräumen. Die untere der Spongiosa anliegende besteht aus den Krypten, entspricht also ganz der schon bei Fig. 1 erwähnten. Die oberflächliche verdankt ihren Ursprung den einwachsenden Zotten der serösen Hülle; man sieht hier in weiterer Entwickelung, was Fig. 1 in erster Anlage zeigte, erkennt vielfach die oberen Eingänge in die hohlen Zotten, während dieselben an vielen der Durchschnitte nicht getroffen sind.

Auf der Strecke *abc* schieben sich bereits Fortsätze der Allantoiswand in die hohlen Zotten der serösen Hülle ein, zwischen *cd* und *af* liegt deren Innenwand noch auf eine kurze Strecke frei, während sich ihr bei *def* die Dottersackswand anschliesst. Auch hier ragen ganz regelmässig wie bei *e* Fortsätze der Dottersackswand zipfelförmig in die Zotten hinein, doch handelt es sich hierbei jedenfalls nur um einen kurz vorübergehenden Zustand, vielleicht sogar nur um ein durch die Erhärtung und Schrumpfung der Theile bedingtes Bild. Es steht dies demnach durchaus in Einklang mit den Angaben, welche Frommel über die Fledermausplacenta macht, dass ein Zusammenhang zwischen Allantois- und Dottersacksgefässen bei genannten Thieren nicht vorkommt.

Wenn die Erhärtung ohne Einfluss und ein Entwickelungsvorgang vorliegt, so würde dieser doch nur ein rasch vorübergehender sein;[1] denn es

[1] Vergl. den Vortrag von Bonnet auf dem Berliner Anatomen-Congress.

ziehen sich alsbald diese Dottersacksvorsprünge wieder aus den Zotten der serösen Hülle heraus und werden durch das Gewebe der Allantois ersetzt. Denkt man sich, dass, wie thatsächlich der Fall, die Spitzen der Allantois bei *a* und *c* sich nach und nach in der Richtung *f* bez. *d* zwischen die seröse Hülle und die Dottersackwand einschieben und bis *e'* einander entgegenwachsen, so hat man damit das Bild der Anordnung der Eihäute, wie es von da an bleibt und wie es auch von Bischoff in seiner Entwickelung des Hundeeies Taf. XV richtig wiedergegeben ist.

Dem eben Dargestellten soll nun folgen, was für die in Rede stehenden Entwickelungszustände die Untersuchung bei stärkeren Vergrösserungen ergiebt.

Ich habe früher bereits gezeigt, dass bei der Festsetzung der Keimblase im Uterus dieser noch sein gesammtes Epithel besitzt. Während der Anlagerung wird von den beiden Drüsenformen, die im trächtigen Uterus der Hündin vorkommen, die eine nach oben geschlossen, nämlich die Krypten, während die Mündungen der langen Drüsen vielfach offen bleiben.

Demgemäss ist bei der Bildung der serösen Hülle das Verhalten so, dass der Ectoblast derselben sich einmal Fläche an Fläche an das alsdann sehr stark verdünnte, als solches jedoch noch kenntliche Uterusepithel anlagert, andererseits die offenen Drüsenmündungen überbrückt.[1]

Seine weitere Ausbildung lehren nun die in Figg. 1—3 gezeichneten Stadien.

Wenn man eine beliebige Stelle der Fig. 1 — Strecke *a b c* — bei etwas stärkerer Vergrösserung betrachtet, so tritt der dort angedeutete geschichtete Bau innerhalb der oberen compacten Zone deutlich hervor (Fig. 4).

Die einzelnen Schichten sind als solche zwar wenig oder gar nicht scharf gegen einander abgegrenzt, aber auch ohne dies gut kenntlich. Am oberen Rande senken sich die Zotten der serösen Hülle bei *e* und *e'* in die Uteruswand ein. Dieselben sind an der bezeichneten Stelle klar gegen die Uteruswand abgesetzt. Es kann stellenweise hier zuerst nur der Ectoblast nach unten vordringen, während die Hautplatte als dünner Saum gewissermaassen den Eingang in den Hohlraum überbrückt. Es stimmen diese Verhältnisse im wesentlichen mit dem überein, was Lieberkühn vom Kaninchen, Frommel von der Fledermaus u. A. beschrieben haben. Da wo keine Zotten vorhanden sind, also z. B. zwischen *e* und *e'*, sind vielfach Hautplatte und Ectoblast nicht von einander zu unterscheiden, so eng

[1] A. a. O. S. 226. Es wäre möglich, dass es nach dem Einwachsen der Zotten in die offenen Drüsen noch secundär zu einem gewissen zeitweiligen Abschluss dieser nach oben kommt.



liegen sie sich an. Ebenso tritt bisweilen eine Grenze der foetalen Zellen gegen die Uteruswand nicht hervor, wie z. B. die gleich zu besprechende Fig. 5 lehrt.

Die Zone *a*, innerhalb deren die Zotten liegen, besteht im Uebrigen aus einer Bindesubstanz mit theils grösseren rundlichen, theils kleineren eckigen Kernen. Eine Epithellage des Uterus gegen den Ectoblast ist nicht unterscheidbar; doch scheinen mir Fleischmann und Heinricius mit Unrecht hieraus zu schliessen, dass eine solche überhaupt nicht vorhanden sein könne; ich kann mir sehr gut vorstellen, dass die Lage, die schon vorher ganz ungemein verdünnt ist, sich so an den Ectoblast anschmiegt, dass man dieselbe als getrennte Schicht nicht mehr erkennt; gerade so, wie man an der Innenfläche des Ectoblast die dort gewiss vorhandene Hautplatte an einzelnen Stellen gut, auf anderen gar nicht unterscheiden kann.[1]

Im Uebrigen ist an einzelnen Stellen der dem Ectoblast anliegende Theil der Uteruswand, und zwar vielfach ununterscheidbar, ob Epithel oder Bindegewebe — vorwiegend jedoch sicher das erstere — in eigenthümlicher Weise modificirt.

Es sind die Zellen eigenthümlich granulirt und nehmen Farbstoffe verschiedenster Art viel begieriger auf, als die tiefer gelegenen; demgemäss bekommt man bei gut gefärbten Praeparaten hier sehr deutliche Säume der Art, wie ein solcher in Fig. 6 bei etwas stärkerer Vergrösserung dargestellt ist.

Die einwachsende Ectoblastzotte, in welche sich hier auch eine kleine Fortsetzung der Hautplatte einsenkt, ist am rechten Rande theilweise gegen das Uteringewebe nicht abgegrenzt, während links und unten eine solche Grenze vorhanden ist. Ich finde solche nicht abgegrenzten Stellen an der Oberfläche der Zotten vielfach und wäre ein derartiges Bild möglicher Weise durch einen Schrägschnitt durch den Zottenrand erklärbar; eben so wenig ist es aber von der Hand zu weisen, dass es sich hier um frühzeitige engere Verbindung der Theile an der einen oder anderen Stelle handeln kann, wie solche auch bei anderen Thieren, z. B. Kaninchen, vorkommen.

Die durch den rothen Farbenton hervorgehobenen Zellen sind nun diejenigen, welche die erwähnte Veränderung zeigen. Die Zellen sind nicht alle gleich, die der Zotte anliegenden vielfach stark abgeplattet — möglicher Weise die Uterinepithelien — die tiefer gelegenen vollsaftiger und

[1] Ich finde an einigen meiner Praeparate sogar Erscheinungen vor, welche im Gegentheil darauf deuten, dass im Moment der Anlagerung der serösen Hülle die vorher bereits abgeplatteten Uterusepithelien wieder rundlicher und grösser werden können, ohne in dieser Zeit eine Spur eines Degenerationsganges erkennen zu lassen.

mit runden Kernen. Aller Protoplasma ist fein granulirt, die Kerne erscheinen eigenthümlich körnig. Die gleichen Veränderungen, wie dieselben sich an den Epithelzellen einer geschlossenen Krypte abspielen, giebt Fig. 6*a* wieder. Am rechten unteren Rande (*c*) sind noch unveränderte Zellen vorhanden, links oben bei *a* erscheinen solche mit stark granulirten Kernen, während bei *b b* andere dargestellt sind, deren Protoplasma ebenfalls stark färbbar geworden ist.

Es handelt sich offenbar hier um eine Erscheinung, die bei der Placentarbildung weit verbreitet ist, um den Beginn der Syncytienbildung. Fein granulirte Protoplasmamassen mit eingestreuten Kernen sind bereits von Laulanié, Duval, Masquelin und Swaën, mir und Klaatsch bei der Anlage der Kaninchenplacenta, von Fleischmann bei der Katze, von Frommel bei der Fledermaus, neuerdings von Masius und Heinricius beschrieben. Laulanié vertritt die eigenthümliche Anschauung, dass der ganze mütterliche Theil der Placenta als eine grosse vielkernige Zelle anzusehen sei; Duval und van Beneden — Masius sind der Ansicht, dass es sich bei dem Syncytium theilweise um fötale Zellen, welche erhalten bleiben, theilweise um mütterliche, die zu Grunde gehen, handle. Besonderheiten in der Structur scheinen die Zellen in der Placenta der Fledermaus zu zeigen, wie die Abbildungen von Frommel lehren; Frommel bezeichnet die Lage als Decidualschicht.

Man sieht aus der grossen Zahl der verschiedenen Meinungen bereits, wie schwierig es sein wird, eine sichere Entscheidung zu geben; auch mich berechtigen meine Praeparate hierzu noch nicht;[1] jedenfalls vermag ich mich der Ansicht derjenigen Autoren nicht anzuschliessen, welche aus den beobachteten Erscheinungen auf einen allgemeinen Zerfall grösserer Partieen mütterlichen Gewebes schliessen. Wahrscheinlich, für einzelne Stellen (vgl. unten S. 197) wohl sicher, ist, dass ein Theil der Zellen zu Grunde geht und in ähnlicher Weise von dem Fötus aufgenommen wird, wie dies von Bonnet für die Uterinmilch der Wiederkäuer beschrieben, von Tafani vermuthet, von mir für den grünen Saum der Hunde- und Fuchs- und die Beutel der Mustelidenplacenta nachgewiesen ist. Gegen die Verallgemeinerung dieser Annahme, soweit, dass man alle Theile des Syncytium zu Grunde gehen lässt, spricht, abgesehen von dem zu verlangenden directen Nachweis, unter Anderem der Umstand, dass z. B. beim Kaninchen das Epithel der antiplacentaren Uterinfläche in das gleiche Syncytium um-

[1] Ich bin inzwischen durch Untersuchung der Katzenplacenta der Entscheidung dieser Frage näher gekommen und habe auf dem Berliner Anatomen-Congress bereits darüber berichtet.

gewandelt wird, und doch, soweit meine Beobachtungen bis jetzt wenigstens reichen, nicht zu Grunde geht, sondern erhalten bleibt.[1]

Ferner Erscheinungen, die ich an der Placenta des Frettchens wahrnehme, über die ich an anderer Stelle berichten werde.

Wie wenig die einzelnen Lagen an der Oberfläche gegen einander abgesetzt zu sein brauchen, lehrt auch der in Fig. 5 abgebildete Theil des Durchschnittes.

Diese Figur zeigt den freien Rand der Allantois *a b c d* und den gegenüber liegenden der Uteruswand bei stärkerer Vergrösserung, etwa der Stelle *a'* von Fig. 1 entsprechend. Der Uterusrand wird nach oben von einer Zellenschicht *HP* abgeschlossen. Diese erscheint am rechten Rande der Figur nach unten abgegrenzt, links ist dagegen keine eigentliche Grenze kenntlich. Diese Lage ist die Hautplatte der serösen Hülle. Man kann sich hiervon durch Vergleichung verschiedener Stellen des Praeparates mit aller wünschenswerthen Sicherheit überzeugen. Auf die Hautplatte folgt nach unten eine Lage grosskerniger Zellen, welche demgemäss den Ectoblast der serösen Hülle darstellt; die Grenze desselben gegen das Uterusepithel ist nicht deutlich, vielmehr schliessen sich an dieser Stelle die fötalen Zellen ohne scharfe Grenze an die mütterlichen an.

Was nun die übrigen Theile der Fig. 4 anlangt, so folgt auf die Schicht *a* eine schmale dunklere Zone *b*; die eigenthümliche Färbung dieser wird durch eine ähnliche Veränderung der Zellen und Syncytienbildung hervorgebracht, wie eben beschrieben.

Dann folgt nach unten eine bisweilen deutlich, manchmal weniger längsgestreifte Zone *c*. Die Streifen gehen nach unten häufig continuirlich in die Wand der Krypten der Zone *d* über, so dass man den Eindruck erhält, es handle sich bei den säulenartig angeordneten Zellen um obere Theile der Krypten, welche ihr Lumen eingebüsst haben; man muss dann annehmen, dass Krypten während des Wachsthums der Placenta in der vorliegenden Entwickelungszeit sich in ihren tiefen Theilen noch vergrössern, während in den oberen das Lumen verloren geht.

Diese Annahme wird in ihrem ersten Theil gestützt durch die früher mitgetheilte Beobachtung, dass die Kerntheilungsfiguren vorwiegend in den tieferen Abschnitten der Krypten und Drüsen hier aber zeitweise auch sehr reichlich vorhanden sind.

[1] C. S. Minot tritt in einer kürzlich erschienenen Arbeit für das zu Grunde gehen auch dieser Zellen ein. Ich habe mich davon bis jetzt an meinen Praeparaten nicht überzeugen können, bin aber mit einer erneuten Nachprüfung der Sache beschäftigt.



In den oberen verschlossenen Abschnitten der Krypten kommt es hier und da bereits zur Syncytienbildung; in den tieferen zeigen die Kerne ein eigenthümliches chromatinarmes Aussehen. Dies ist der Fall im Bereiche der Schicht *d*, welche vorwiegend die nach unten verschobenen Krypten, soweit dieselben noch ein Lumen besitzen, enthält.

Die Figur schliesst nach unten ab mit dem oberen Rande der spongiösen Drüsenschicht *Sp*.

Ein Entwickelungsstadium, welches etwa der Fig. 3 entsprechen würde — und zwar einem Theil der Uteruswand bei *a b c*, — aber nach einem anderen etwa gleichalterigen Object gezeichnet, ist in Fig. 7 wiedergegeben. Auch hier ist nur die compacte Schicht dargestellt; der Schnitt schliesst nach unten mit dem oberen Rande der Spongiosa ab.

Ein Vergleich mit Fig. 4 lehrt die Veränderungen, welche stattgefunden haben: in die Zotten der serösen Hülle ist das Bindegewebe der Allantois mit den Allantoisgefässen eingewachsen.

Es ist bekannt, dass der bindegewebige Inhalt der Zotten bei den verschiedenen Thierplacenten vielfach während der Erhärtung sich zusammenzieht und dann als verhältnissmässig dünner Strang in der weiten Ectoblasthülle steckt. So ist es auch hier der Fall.

Von der im Stadium Fig. 4 noch deutlichen Lage der Hautplatte ist bei den vorliegenden Praeparaten trotz guter Conservirung keine Spur zu finden. Da ich kein Anzeichen für das zu Grunde gehen der Hautplatte finde, möchte ich annehmen, dass dieselbe nunmehr sich an die Bindesubstanz der Allantois anschliesst und sich bei ihrer grossen Feinheit nicht mehr von dieser absetzt.

Die Zone der einwachsenden Zotten *a* ist gegen früher nicht unerheblich stärker geworden; die Zotten setzen sich gerade in dem vorliegenden Praeparat mit ungemeiner Deutlichkeit gegen das umgebende mütterliche Gewebe ab. Sie sind umsäumt von einem schmalen Ring des stark gefärbten Syncytiumgewebes, das hier vielfach durchaus nicht den Eindruck des zu Grundegehens machte; kleinere eckige Kerne können stellenweise ganz fehlen.

Eine, reichlicheres Syncytium darstellende Zone *b* ist wie bei Fig. 4 vorhanden; die Lagen der zusammengedrückten *c* und der offenen Krypten *d* sind ebenfalls noch kenntlich; die letztere erscheint aber an anderen Stellen vielfach bereits reducirt. Die Krypten ohne Lumen zeigen sich in der Figur als dunkle, stellenweise ziemlich breite Strassen; auch in ihnen ist eine Umbildung innerhalb der Zellen häufig nicht zu verkennen.

Bei denselben Praeparaten fanden sich mehr nach dem Placentarrande zu im Bereich des grünen Saumes an Stellen, an denen die Uterindrüsen

noch deutlicher als solche erhalten waren, und keine Zotten in die Tiefe wachsen, ebenfalls eigenthümliche dunkle Zellen zwischen den Uterinepithelien; es glichen diese sehr denjenigen des Syncytium, doch halte ich dieselben hier für in das Epithel eingewanderte Leukocyten; sie gleichen im Aussehen völlig den Bildern, die man an anderen Stellen von dem gleichen Vorgang zu sehen bekommt, und findet man auch die entsprechenden Zellen vielfach in dem anliegenden Bindegewebe.

Ehe ich zur Darstellung der älteren Entwickelungsstadien übergehe, will ich noch ein Stadium kurz besprechen, welches zwischen den beiden eben beschriebenen liegt; es ist das die Zeit, in der die Allantois zuerst in Verbindung mit der Innenwand der serösen Hülle tritt.

In Fig. 8 ist eine Stelle bei stärkerer Vergrösserung abgebildet, welche etwa Fig. 2 *a* entsprechen würde (aber nach einem anderen Praeparat gezeichnet ist). Sie soll zeigen, in welcher Weise sich die Wand der Allantois im Augenblick ihrer Anlagerung verändert.

Während kurz vor dieser, wie Fig. 5 lehrt, der mesodermale Theil der Allantoiswand aus einer embryonalen Bindesubstanz besteht, deren verästelte Zellen ein dichtes engmaschiges Netzwerk bilden und sich ausserdem noch zu einer dichteren Randschicht zusammenschliessen, lockert sich dieser Verband sofort mit der Anlagerung der Allantois an die seröse Hülle. Während Fig. 8 an denjenigen Abschnitten der Allantois, in welchen dieselbe noch eine Strecke von der serösen Hülle entfernt liegt, der festere Zusammenhang bewahrt ist (vgl. *a* — *a*) werden (bei *b*) die Zellen in ein ungemein weitmaschiges Netzwerk aufgelöst, wenn sie mit der serösen Hülle in Berührung treten; man erhält den Eindruck, als ob die Zellen, in amöboider Bewegung begriffen, durch das Reagens fixirt wären.

Die Erscheinung geht Hand in Hand mit der Anlagerung, verbreitert sich also auch mit dieser.

Das Verschwinden der Krypten.

In der ferneren Entwickelung der Placenta ist hervorzuheben, dass vorerst 2 Vorgänge neben einander ablaufen, das weitere Einwachsen der Zotten und das gleichzeitige Verschwinden der Krypten; es kommt also zu einer Vergrösserung der Zone *a* auf Kosten von *c* und *d* (Fig. 4 u. 7). In einem Alter von $5^1/_2$ bis 6 Wochen der Trächtigkeit ist dieser Vorgang so weit abgelaufen, dass die Zotten nicht nur die ganze compacte Schicht durchsetzen, sondern mit ihren Spitzen bereits in die spongiösen Drüsenräume hineinreichen.

Einen senkrechten Durchschnitt durch die compacte Schicht einer solchen Placenta giebt Fig. 9 wieder.

Es ist das Aussehen der compacten Zone nunmehr ein gegen früher sehr verändertes. Man kann dasselbe am besten beschreiben, wenn man sagt, dass die mütterlichen Gefässe ein Netzwerk bilden, in dessen Lücken die fötalen verlaufen. Diese liegen in den oberflächlichen Theilen der Placenta einander nahe und erscheinen schmaler, während dieselben in den tieferen weiter sind und daher in letzteren das ganze Balkenwerk lockerer gefügt ist.

Demnach ist eine wesentliche Aenderung in der Anordnung der Gefässe, namentlich auffällig bei den fötalen, eingetreten; während die fötalen Gefässe zuerst als einfache Sprossen innerhalb der Zotten in die Placenta eingewachsen sind, jede Zotte also ihr eigenes Gefäss besitzt, sind diese einzelnen Gefässchen nunmehr durch Anastomosen unter einander in Verbindung getreten, derart, dass das ganze fötale Gefässsystem, wie eben erwähnt, ein Balkenwerk darstellt. Aus dem senkrechten Durchschnitt allein wäre dies allerdings kaum festzustellen, wenn man dagegen Flächenbilder — parallel der Oberfläche geschnittene Serien, die mir überhaupt für die Beurtheilung der verschiedenen Placenten sehr wesentliche Dienste geleistet haben — hinzunimmt, so ist es leicht, sich von den Anastomosen zwischen den fötalen Gefässen zu überzeugen.

In dem oben nahe dem Rande der Placenta liegenden Abschnitt vermag ich fötale und mütterliche Zellen kaum zu unterscheiden; zu erwähnen wäre aber, dass in diesem Abschnitt noch stark färbbare Riesenzellen als Reste des sonst hier nicht mehr kenntlichen Syncytium (dunkle Flecke der Figur) vorkommen.

In den tieferen Placentartheilen sind solche ebenfalls, und zwar in Gestalt von Zellreihen mit abgeplatteten Zellen vorhanden; sie ermöglichen dann hier die Unterscheidung von fötalem und mütterlichem Gewebe.

Fig. 9 *a* stellt den Querschnitt durch ein mütterliches Gefäss dar; die Gefässwand wird umgeben von einem Ring des Syncytium, das in der Figur roth angegeben ist, und um dieses legen sich dann wie ein Belag die grau gehaltenen fötalen Zellen.

Endlich ist das Verhalten derjenigen Theile der fötalen Zotten zu erwähnen, welche nach unten in die spongiösen Räume hinein vorspringen.

Bei *a*—*a* sind zwei breite Büschel von lockerem fötalem Bindegewebe mit Gefässen dargestellt; dieselben sind von einer nicht ganz regelmässig angeordneten Epithellage überzogen und hängen dann so frei in die erweiterten Uterindrüsen hinein. Etwa bei *Sp.* ist die untere Grenze der compacten gegen die spongiöse Schicht zu suchen. Ich habe in den schematischen Figuren, welche den Saum der Placenta illustriren, einige Abbildungen dieser Verhältnisse gegeben und kann demgemäss auf diese verweisen.

Die Art und Weise, wie die Zotten in die Drüsenräume hinein gelangen, kann eine doppelte sein. Einmal wächst ein Theil der Zotten, wie ich früher nachgewiesen habe und wie es auch Heinricius als gelegentliches Vorkommniss wenigstens anerkennt, in die offen gebliebenen langen Uterindrüsen ein; und da man auch in den in Fig. 1 und 3 dargestellten Stadien, wenn auch nicht mehr so leicht wie früher einzelne Zotten in den Uterindrüsen nachweisen kann, so ist die Annahme am nächstliegenden, dass diese einfach bis in die erweiterten Räume in die Tiefe wachsen. (Vergleiche dazu auch die lange Uterindrüse in Fig. 4, in welche die eine Zotte bei *e* einwächst.)

Es erklärt aber, wie mir scheint, diese Annahme allein die Häufigkeit und Verbreitung der Erscheinung nicht, es wäre somit anzunehmen, dass auch an anderen Stellen, nachdem die Krypten verschwunden sind, es zu einem Hineinwachsen von Zotten in die spongiösen Räume kommt.

Ich finde nun, dass die eben in die spongiösen Räume durchbrechenden Zotten vielfach eine nicht unbeträchtliche Menge von zu Grunde gehendem Zellmaterial vor sich liegen haben; diese Beobachtung lässt sich so deuten, dass man annimmt, dies seien solche Zotten, die nicht in Drüsen eingewachsen sind; vor ihnen muss erst ein Theil des ursprünglich vorliegenden Gewebes (entweder auseinander gedrängt werden oder) zu Grunde gehen, damit sie in die spongiösen Räume hinein gelangen können; und solches Gewebe findet man dann an genannten Stellen in Resten noch vor.

Ausbildung der endgültigen Placentarform.

Die Veränderungen, welche nunmehr noch einzutreten haben, um die völlige Ausbildung der Placenta herbeizuführen, sind nicht ganz unbeträchtlich; sie bestehen darin, dass eine gleichmässige netzförmige Anordnung der fötalen und mütterlichen Theile im ganzen Bereich der compacten Zone zu Stande kommt, und ferner dass die Unterschiede zwischen mütterlichen und fötalen Zellen in den Septen zwischen den beiderseitigen Gefässen mehr und mehr schwinden.

Den senkrechten Durchschnitt durch die compacte und spongiöse Schicht — aber bei schwächerer Vergrösserung gezeichnet, als Fig. 7 u. 9 — giebt Fig. 10 wieder. Dieselbe ist nach einem von den Uteringefässen mit Berliner Blau injicirten Praeparat angefertigt, die mütterlichen Gefässe sind als blaue Linien wieder gegeben; die grauen doppelten Säume um diese bedeuten die Zellenlagen, welche mütterliche und fötale Gefässe von einander trennen, und in den hell gelassenen Lücken würden dann die letzteren gelegen sein. Die Figur zeigt, dass der Bau der gesammten compacten Schicht jetzt ein in den verschiedenen Theilen im wesentlichen gleich-

mässiger ist. Ausserdem ist in der Figur auch die spongiöse Schicht angegeben und sind die in diese hineinhängenden Zotten eingetragen; es ist das Durchschnittsbild in dieser Zeit ein äusserst complicirtes, und es ist in einer nicht schematischen Figur schon deshalb unmöglich, die Grenzen fötaler und mütterlicher Gebiete, also Ectoblast und Chorionepithel wiederzugeben, weil solche eben an den Praeparaten jetzt auch im Gebiete der compacten Schicht und an der Uebergangsstelle dieser in die spongiöse nicht mehr nachzuweisen sind. Wie ich die Verhältnisse auffassen zu müssen glaube, habe ich in der schematischen Figur 9 der Arbeit über den grünen Saum dargestellt, und verweise ich auf diese.

Ich füge dem nur zu, dass auch im Gebiet der spongiösen Räume sich die Zotten sehr fest an die Uterinwand anschmiegen können; andererseits sind beide aber auch vielfach locker an einander gefügt, und findet sich zwischen ihnen dann die geronnene Masse, die Tafani und Heinricius als Uterinmilch bezeichnet haben, daneben dunkler gefärbte Massen.

Die Möglichkeit, dass in die spongiösen Räume ein Secret entweder durch Vermittelung des eigenen Epithels oder durch die tiefere Drüsenlage ergossen wird, welches von den Zotten aufgenommen wird, ist jedenfalls vorhanden; es würde für eine solche Auffassung auch der Umstand sprechen, dass die tiefere Drüsenlage im Bereiche der Placenta stärker bleibt, als seitlich neben dieser.

Die Epithelien im Bereich der spongiösen Schicht zeigen im späteren Entwickelungsstadium eine netzartige Structur ihres Protoplasma; dieselbe tritt namentlich *post partum* noch viel deutlicher als jetzt hervor, wenn die genannten Epithelien alsdann die Oberfläche der neuen Uterinschleimhaut bilden.

Ein ebenfalls senkrechter Durchschnitt durch den Rand der compacten Schicht bei gleicher Vergrösserung wie Fig. 9 u. 10 ist in Fig. 11, und ein entsprechender Flächenschnitt eben daher in Fig. 12 abgebildet. Ein Vergleich der beiden Durchschnitte unter einander wird eine Vorstellung von dem Verlauf der fötalen Gefässe geben.

Auch in diesen beiden Figuren sind die mütterlichen Gefässe dunkel gehalten, die fötalen als helle Strassen angegeben und eine Grenze von Ectoblast und Uteringewebe in den Zellsepten zwischen beiden ist hier nicht mehr kenntlich.

Was endlich das Verhalten der Eihäute am Ende der Gravidität anlangt, so ist dasselbe von Bischoff bereits im Wesentlichen richtig beschrieben. Ich habe der Abbildung von dem vorgeschrittensten Stadium, welches er (vgl. Taf. XV. Fig. 8) zeichnet, nur hinzuzufügen, dass auch die beiden Ränder der Allantois, welche in seiner Figur getrennt sind, durch eine Bindegewebsplatte sich unter einander vereinigen.

Es fehlt hier nur das Lumen der Allantois; im Uebrigen sind die Zotten auch hier vorhanden und gerade so gebaut, wie an anderen Stellen der Placenta, so dass jedenfalls eine auch noch so geringfügige Unterbrechung, abgesehen von dem Allantoislumen, nicht statt hat.

Der Dottersack ist stark reducirt und mit seinen fadenförmig gewordenen Zipfeln mit der Allantois fest verbunden.

Wenn ich eine kurze Uebersicht über die verschiedenen Entwickelungsstadien der Hundeplacenta (soweit mir dieselben vorliegen), zu geben versuche, so würde etwa Folgendes festzustellen sein:

1. Festsetzen der Keimblase an einer Stelle des Uterus. Es sind in der Uterinwand zweierlei Drüsen vorhanden, lange tubulöse, kurze ebensolche — Sharpey-Bischoff'sche Krypten.

2. Die Krypten (fraglich ob alle, aber wahrscheinlich) schliessen sich nach oben gegen die Uterusoberfläche ab, verwandeln sich in unregelmässige Epithelblasen.

3. Die Keimblase verwächst noch vor Schluss des Amnion in ihren antiembryonalen Theilen mit der Uterinoberfläche, und zwar ohne Vermittelung eines Ectodermawulstes.

Der Ectoblast der serösen Hülle legt sich dabei an das alsdann stark verdünnte Uterusepithel, überbrückt zugleich die Mündungen der offen gebliebenen Drüsen.

4. Schluss des Amnion; völlige Verwachsung der serösen Hülle mit der Uteruswand im Bereich einer gürtelförmigen Zone.

Die Bildung eines Syncytium an der einwachsenden serösen Hülle beginnt, die Krypten verschieben sich in die Tiefe.

Die langen Drüsen sondern sich in einen oberen, meist ziemlich geraden, einen mittleren stark erweiterten und einen tiefen gewundenen, aber wieder engeren Abschnitt.

Der mittlere „spongiöse“ Theil scheidet demnach eine obere compacte Schicht und eine tiefe Drüsenschicht. Die letztere wird nicht in den Bereich der eigentlichen Placenta einbezogen.

5. Die einwachsenden Zotten bestehen ursprünglich nur aus Ectoblast und Hautplatte. Dann lagert sich unter fortgesetztem Längenwachsthum der Zotten die Allantois an die Innenfläche der serösen Hülle und sendet ihre Gefässe in die Zotten.

Zugleich werden die Krypten immer mehr in die Tiefe verschoben und eingeengt.

6. Die Zellen der Uterinwand und zwar Epithelien (vorwiegend) sowohl wie Bindegewebe zeigen weitergehende eigenartige Veränderungen, welche zur Bildung von Syncytien führen.

7. Die Krypten werden verdrängt, die Zotten durchsetzen die ganze compacte Schicht, allerdings verschieden in der oberen und in der tiefen Lage angeordnet. Ihre Gefässe anastomosiren mit einander und sie reichen mit ihren Spitzen schliesslich bis in die spongiösen Räume.

8. Ausbildung der endgültigen Placentarform; es wird das Netzwerk der anastomosirenden Gefässe in allen Theilen der compacten Schicht annähernd gleichmässig gebaut, in den Septen zwischen fötalen und mütterlichen Gefässen schwinden die Unterschiede zwischen den beiden Zellformen; die spongiösen Räume werden von den verbreiterten Enden der Zotten erfüllt und ihre Epithelien zeigen die netzförmige Anordnung ihres Protoplasma.

Marburg, 30. Juni 1889.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. IX u. X.)

Für sämmtliche Figuren gelten die gemeinsamen Bezeichnungen:

All. = Allantois.
Sp. = Spongiöse Drüsenzone.
U. W. = Uteruswand.
H. P. = Hautplatte.
Ect. = Ectoblast.
comp. = Compacte Placentarschicht.
Sp. = Spongiöse Placentarschicht.
T. D. = Tiefe Drüsenlage.
M. = Muscularis.
S. H. = Seröse Hülle.
Z. = Zotte.

Die Erklärung für die Bezeichnung *a*—*f* siehe im Text.

Figg. 1—3. Durchschnitte durch die Uteruswand bei Lupenvergrösserung.

Fig. 1 und 3. Querschnitte durch den ganzen Uterus und Embryo. Fig. 2 ein ausgeschnittenes Stück der Uteruswand.

Fig. 1. Unmittelbar vor Anlagerung der Allantois, Fig. 2 erste Verbindung der Allantoiswand mit der serösen Hülle. Fig. 3 Ausbreitung der Allantois an der Innenwand der serösen Hülle.

Fig. 4. Einwachsen der Chorionzotten in die Uterinwand. *e, e'* Chorionzotten aus Ectoblast bestehend, an ihrer Eingangsöffnung von der sehr feinen Hautplatte, die sonst nicht deutlich ist, überbrückt.

a = Zone der einwachsenden Zotten.
b = Syncytienbildung.
c = Zone der Krypten ohne, und
d = Zone der Krypten mit Lumen.

Bei *e* Einwachsen einer Zotte in eine offen gebliebene lange Drüse.
Sp. oberer Rand der spongiösen Drüsenschicht.

Fig. 5. Eine Stelle gegenüber *a' b* der Fig. 1, stärker vergrössert. *All.* Rand der Allantois mit einer äusseren mesoblastischen Grenzschicht, *U. W.* freier Rand der Uteruswand. Dieselbe ist nach oben bedeckt von der serösen Hülle. Von diesem ist die Hautplatte nach rechts abgegrenzt, links dagegen nur an der Anordnung als solche kenntlich. Der Ectoblast setzt sich nicht gegen das Uterusepithel ab.

Fig. 6. Einwachsende Zotte der serösen Hülle. Roth angegebene Zellen, die in der Syncytienbildung begriffen sind.

Fig. 6 a. Bildung des Syncytium. Bei *c* unveränderte Zellen, bei *a* granulirte Kerne, bei *b b* desgleichen Protoplasma.

Fig. 7. Weiteres Einwachsen der Zotten; dieselben enthalten jetzt auch die Allantoisgefässe, Hautplatte nicht mehr deutlich.

Die Ectoblastzellen liegen gegen die Uteruswand einem schmalen Syncytiensaum an.

a = Zone der einwachsenden Zotten.
b = Syncytium.
c/d = Zusammengedrückte und offene Krypten.

Fig. 8. Erste Anlagerung der Allantois an die Innenwand der serösen Hülle. Auflösung der Wand b in ein lockeres Netzwerk von Zellen. Entspricht Fig. 2 bei a.

Fig. 9. Völlige Durchwachsung der compacten Schicht durch die Zotten; letztere brechen bereits mit ihren Spitzen a in die Spongiosa durch. Die Zotten anastomosiren unter einander, doch tritt die feinere Anordnung der Theile in der Figur nicht wünschenswerth genug hervor, da die Vergrösserung hierfür zu schwach ist.

Fig. 9 a. Querschnitt durch ein mütterliches Gefäss bei stärkerer Vergrösserung. Dasselbe wird umgeben von einem Ring des Syncytium (roth) und auf diesem liegen die Ectoblastzellen.

Fig. 10. Senkrechter Durchschnitt durch eine reife Placenta. Von den Uteringefässen mit Berlinerblau injicirt. Die foetalen Gefässe innerhalb der compacten Schicht und in der Zotte, welche in den spongiösen Raum hineinhängt, sind nicht gezeichnet sondern als helle Strassen freigelassen.

Fig. 11 senkrechter und **Fig. 12** horizontaler Schnitt durch die Placenta, am oberen Rande der compacten Schicht, bei etwas stärkerer Vergrösserung.

Das Sitzen mit gekreuzten Oberschenkeln und dessen mögliche Folgen.

Von

Prof. Hermann von Meyer.

Fünfzehnter Beitrag zur Mechanik des menschlichen Knochengerüstes.

Es ist bekanntlich eine vielfach geübte und beliebte Art zu sitzen diejenige mit gekreuzten Oberschenkeln oder wie die gewöhnliche Bezeichnung lautet: mit übereinandergeschlagenen Beinen. Eine so allgemeine Uebung muss nothwendiger Weise auf gewisse Vortheile gegründet sein, welche sie gewähren kann; und es entsteht daher billig die Frage, welches diese Vortheile sein mögen. Des Weiteren wirft sich aber auch noch die Frage auf, ob und in wie weit diese Uebung etwa auch nicht mit wichtigeren Folgen verbunden sein könne oder müsse.

Dass die Vortheile dieser so sehr verbreiteten Uebung darin zu suchen sein müsse, dass sie dem Mechanismus des Sitzens gewisse Erleichterungen gewährt, ist wohl kaum zweifelhaft; es erwächst daher die Aufgabe zu untersuchen, ob dieses wirklich der Fall sein kann.

Im Sitzen ruht das Becken, den Rumpf aufrecht tragend, auf der Unterlage, ebenso liegt auch ein grösserer oder kleinerer Theil der Oberschenkel auf dieser Unterlage, während die Füsse den Boden zu berühren pflegen. Die Berührung des Bodens durch die Füsse kann in verschiedenster Weise geschehen, oder auch ganz fehlen; jedenfalls bildet dieselbe keinen wesentlichen Theil der Mechanik oder vielmehr Statik des Sitzens. — Die aufrechte Haltung des Rumpfes und des Beckens ist sehr schwierig einzuhalten, weil dieselbe nur darauf angewiesen ist, dass das Becken nebst dem von ihm getragenen Rumpfe auf den von vorn nach hinten gerundeten

Sitzhöckern aequilibrirt. Eine ruhige Unterstützung ist deshalb nur dann möglich, wenn dem Rumpfe oder dem Becken eine Anlehnung nach vorn oder nach hinten gewährt wird.[1] Ist eine solche nicht durch äussere Hülfsmittel (Stuhllehne, Tischrand) gegeben, so ist eine ruhige Haltung nur dadurch ermöglicht, dass die Hüftgelenke unbeweglich gestellt werden und dabei die ganze Haltung so eingerichtet wird, dass die Schwerlinie nach vorn in den von den Oberschenkeln bedeckten Raum zwischen den Sitzhöckern und dem vorderen Rande der Unterschenkel fällt. Im aufrechten Stehen ist, besondere gewollte Haltungen abgerechnet, eine Feststellung des Hüftgelenkes dadurch gegeben, dass die Schwerlinie des Rumpfes hinter der Hüftaxe herunterfällt und das Becken mit dem Rumpfe dann in extremster Streckung des Hüftgelenkes von dem Ligamentum ileo-femorale getragen wird. — In der Hüftbeugung, wie sie sich beim Sitzen findet, ist eine solche Einrichtung nicht wirksam, sondern eine Ruhelage des Hüftgelenkes muss hier allein durch die Thätigkeit der Muskeln erzielt werden. Dieses ist aber anstrengend und ermüdend, und es ist deshalb wünschenswerth, dass eine weniger anstrengende und doch ruhige Haltung der Hüftgelenke könne gefunden werden. Eine solche gewährt nun aber die Kreuzung der Oberschenkel. In dieser beziehungsweise in der zu ihrer Erzeugung nothwendigen Bewegung sind nämlich drei einzelne Elemente zu unterscheiden und diese sind:

1. Adduction beider Oberschenkel über die Mittelebene des Körpers hinaus,
2. Rotation beider Oberschenkel nach aussen,
3. für den überliegenden Oberschenkel vermehrte Beugung des Hüftgelenkes.

Sind nun diese Elemente im Stande, zur Feststellung des Hüftgelenkes soweit behülflich zu sein, dass dadurch den Muskeln ein grosser Theil ihrer Thätigkeit abgenommen oder vielleicht gar eine solche Muskelthätigkeit ganz entbehrlich gemacht wird?

Was zuerst die übertriebene Adduction der Oberschenkel angeht, so habe ich in meinem Aufsatze über die Beckenneigung[2] nachgewiesen, dass das Minimum der Spannung des Ligamentum ileo-femorale in dem aufrechten Stehen sich bei dem Parallelismus der Beine erkennen lässt und dass aus diesem sowohl nach der Abduction wie nach der Adduction hin die Anspannung des genannten Bandes zunimmt, so dass dadurch eine steilere Neigung der Conjugata d. h. eine stärkere Beugung des Hüftgelenkes

---

[1] Vgl. hierüber meine weiteren Ausführungen in Virchow's *Archiv*, Bd. XXXVIII, S. 15 ff. sowie in *Statik und Mechanik* u. s. w. S. 199 ff.

[2] *Archiv* von E. du Bois-Reymond und Reichert. 1861.

erzeugt wird. Die dort angeführten Versuche wurden zwar nur bis zum Knieschluss (ca. 10° Convergenz der Beinaxen) durchgeführt, indessen ergaben die damit gegebenen 5° Ueberschreitung der senkrechten Haltung des Beines immerhin eine Vermehrung der Beugung des Hüftgelenkes um 5° und es ist anzunehmen, dass eine weitere Ueberschreitung auch mit einer weiteren Beugung des Hüftgelenkes verbunden ist, wie dieses ja auch bei vermehrter Abduction in hohem Grade der Fall ist. In Wirklichkeit kann sich Jeder auch leicht überzeugen, dass dieses so ist, wenn er in aufrechter Stellung die Oberschenkel kreuzt, denn er wird dann eine sehr bedeutende Beugung der Hüftgelenke wahrnehmen.

In Bezug auf Rotation des Beines nach aussen belehren die in dem gleichem Aufsatze mitgetheilten Versuche, dass Auswärtsrotation der Beine bei Knieschluss die Hüftgelenkbeugung rasch steigert, so dass sie bei 15° Rotation um 4°, bei 20° um 9°, bei 25° um 17° und bei 30° um 37° vermehrt ist. Dass bei weiter übertriebener Adduction diese Zahlen grösser werden, ist daraus zu erschliessen, dass bei Parallelismus der Beine und in der Abduction die Einwirkung der Rotation auf die Hüftbeugung eine geringere ist.

Aus diesen beiden Thatsachen geht hervor, dass durch die Kreuzung der beiden Oberschenkel eine das Hüftgelenk feststellende Anspannung des Ligamentum ileo-femorale erzeugt wird, welche die durch die Beugung gegebene Erschlaffung dieses Bandes compensirt, sodass dadurch den Muskeln, wenn nicht alle, so doch ein grosser Theil ihrer Aufgabe abgenommen wird. Zur Bestätigung dieses Satzes ist noch darauf aufmerksam zu machen, dass auch in anderen Arten des Sitzens die Spannung des genannten Bandes für Ruhehaltung in dem Hüftgelenk in Anspruch genommen wird, nämlich in dem Sitzen mit mehr oder weniger gestreckten Beinen auf niedriger Unterlage und in dem orientalischen Hocken mit gekreuzten Beinen. — In der ersteren dieser beiden Arten des Sitzens wird sehr gerne eine Kreuzung der Unterschenkel ausgeführt, welche nur durch eine Rotation des Oberschenkels nach aussen zu Stande kommen kann, die dann ihrerseits eine Anspannung des Lig. ileo-femorale zur Folge hat. — In dem im Oriente gebräuchlichen Hocken sind die Oberschenkel sehr stark abducirt und durch die gleichzeitige Kreuzung der Unterschenkel stark nach aussen rotirt, so dass durch diese beiden Momente eine Anspannung des Lig. ileofemorale und damit Feststellung des Hüftgelenkes gegeben ist.

Das dritte der bei dem Sitzen mit gekreuzten Oberschenkeln zur Geltung kommenden Elemente ist die sehr vermehrte Beugung in dem Hüftgelenke des überliegenden Oberschenkels. Auch dieses Element gewinnt eine Bedeutung für die Feststellung des Hüftgelenkes, wenn auch nur auf der Seite des betreffenden Beines. Durch die Beugung werden die an dem

Sitzhöcker angehefteten Muskeln des Oberschenkels angespannt, nämlich die an dem Femur inserirten Adductoren und die an den Unterschenkeln inserirten Beugemuskeln, und diese leisten einer Vorwärtsneigung des Beckens in gleicher Weise Widerstand, wie das angespannte Ligamentum ileofemorale der Rückwärtsneigung desselben. — Somit ist denn durch die Wirkung dieser beiden antagonistischen Widerstände die Beweglichkeit des Beckens gegen die Oberschenkel, wenn auch wohl nicht ganz aufgehoben, so doch beträchtlich beschränkt und damit der Anspruch an die Leistung der Muskeln für die Haltung des Beckens sehr vermindert.

Häufig geübte kleine Einwirkungen und unter diesen namentlich angewöhnte länger andauernde Haltungen pflegen ihren Einfluss zu cumuliren und oft recht bedeutende Folgen nach sich zu ziehen. Bekannt ist ja, wie kleine kaum beachtete Haltungsfehler, wenn häufig geübt, Veranlassung zu Skoliosen werden und ich habe nachweisen können, wie unrichtig gebaute Stiefel, Gewohnheit auf einem Beine zu stehen, sowie häufiges Stelzenlaufen Bildung des Plattfusses veranlassen können.[1] Es erscheint deshalb auch die Frage gerechtfertigt, ob die in dem Obigen besprochene Gewohnheit eine gleichgültige sei, oder ob sie bei häufiger Uebung nachtheilige Folgen haben könne.

Würde sich die die besprochene Haltung bedingende Bewegung nur auf die Beine beschränken und würde sie nur darin bestehen, dass die Oberschenkel über einander gekreuzt liegen, so würde die gewohnheitsgemässe Ausübung derselben im Ganzen ziemlich harmlos erscheinen dürfen. Da sie sich aber nicht hierauf zu beschränken pflegt, so kann sie durch die sie begleitenden Verhältnisse wichtigere Nachtheile bedingen. — Es ist nämlich, wie sich Jeder leicht überzeugen kann, unvermeidlich, dass dem gehobenen überliegenden Beine auch die ihm zugehörige Seite des Beckens insofern folgt, als sie ebenfalls eine höhere Lage gewinnt als die andere Seite des Beckens. Die Bewegung, durch welche das eine Bein über das andere gelegt wird, besteht sogar gewöhnlich darin, dass neben der Hüftgelenkbeugung und der Adduction des Beines auch noch seine Seite des Beckens gehoben wird, um die Höherlagerung des Oberschenkels zu erleichtern. Hieraus folgt die Nothwendigkeit, dass, um die aufrechte Haltung des ganzen Rumpfes zu ermöglichen, in der Lendenwirbelsäule eine seitliche Einknickung ausgeführt wird, deren Concavität auf der gehobenen Seite liegt. Geschieht das Kreuzen gleichmässig abwechselnd bald rechts, bald links, so wird sich dadurch der Einfluss auf die gewohnheitsgemässe

---

[1] Vergl. *Ursache und Mechanismus des erworbenen Plattfusses.* Jena 1883. Gustav Fischer.

Haltung der Lendenwirbelsäule ausgleichen. Geschieht aber das Kreuzen vorherrschend einseitig, so wird dadurch die seitliche Einknickung der Lendenwirbelsäule zu einer bleibenden Gewohnheitshaltung, welche dann, namentlich bei jüngeren Individuen, auch bald die Gestalt der Lendenwirbel in solcher Weise beeinflusst, dass aus der fehlerhaften Haltung eine bleibende Missgestaltung erzeugt wird. Hiermit ist aber der Anfang zu weitergehender Skoliosenbildung gegeben und die Gefahr für eine solche ist um so grösser, als mit Sicherheit vorauszusetzen ist, dass sobald einmal die Lendenskoliose, wenn auch nur als Gewohnheitshaltung, ausgesprochen ist, bei weiterer Ausübung der Kreuzung der Oberschenkel für die Wahl des überzulagernden Beines gewiss stets die Seite der Concavität bestimmend sein wird, weil die Hebung des Beckens auf der Seite der Convexität mehr Widerstand in der Lendenwirbelsäule selbst finden muss.

Ueber die Entstehung des Vornierensystems bei Amphibien.

Von

S. Mollier,

Assistenten am anatomischen Institut zu München.

(Hierzu Taf. XI u. XII.)

Seit durch Graf Spee (29), die schon von Hensen (12) vermuthete ectoblastische Entstehung des Wolff'schen Ganges für Säugethiere nachgewiesen worden war, wurde innerhalb weniger Jahre die Entwickelungsgeschichte des Excretionssystems bei Wirbelthieren von einer stattlichen Anzahl von Autoren bearbeitet. So brachten eine Bestätigung und theilweise Erweiterung der Graf Spee'schen Entdeckung für Selachier: van Wijhe (32), Haddon (11), Beard (1), Hertwig (14) und Rückert (23); für Teleostier: Brook (3) und Ryder (25); für Amphibien: Perenyi (22) und Brook (3); für Reptilien: Mitsukuri und Ischikava (20, Schildkröten), Ostroumoff (21, Phrynocephalus), Perenyi (22, Lacerta); für Vögel: Brook; für Säugethiere: Flemming (7) und Bonnet (2). Andererseits fehlte es aber auch nicht an Widerspruch von Seiten jener Autoren, welche die ursprüngliche Ansicht von der mesoblastischen Abkunft des Wolff'schen Ganges aufrecht erhielten. So Shipley (28) für Petromyzonten; Mihalkowics, (19) und Strahl (31) für Reptilien; Mihalkovics, Lockwood (17) und auch Graf Spee (30) für Vögel; Martin (18), Fleischmann und Janošik (16) für Säugethiere. So stehen sich zur Zeit die Meinungen noch unausgeglichen gegenüber, und es musste daher jede weitere gründliche Bearbeitung des Gegenstandes zur Klärung dieser Frage willkommen erscheinen, zumal die Untersuchung der Vornieren-

entwickelung, durch jüngst bei Selachiern angestellte Beobachtungen, neue wesentliche Gesichtspunkte erhielt. Von diesem Standpunkte aus unternahm ich es, auf Anregung und unter der Leitung des Hrn. Privatdocenten Dr. Rückert, diese Frage bei den Amphibien, über deren Vornierenentwickelung seit der Graf Spee'schen Arbeit nur zwei ganz kurze vorläufige Mittheilungen vorliegen, zu bearbeiten. Die Amphibien schienen auch deshalb geeignet für die Untersuchung der ersten Anlage des Excretionsapparates, weil hier das Vornierensystem weniger rudimentär ist, als bei den meisten übrigen Wirbelthieren, und während des Larvenlebens, mit Ausnahme von Hylodes martinicensis (Selenka 27), zur Function gelangt.

Bevor ich auf eine Darlegung meiner Untersuchungen eingehe, wird es nöthig sein, im Zusammenhang eine Uebersicht über die bisherige Litteratur der Vornierenentwickelung der Amphibien zu geben. Goette (10) war es, der in seiner Entwickelungsgeschichte der Unke die Entstehung des Vornierensystems zuerst genauer beschrieb. Nach diesem Autor erscheinen die ersten Anfänge des Pronephros, von ihm als „Urniere“ bezeichnet, bei einem Unkenembryo, bei dem sich die Seitenplatte von den Segmenten zu trennen beginnt, in Gestalt einer nach abwärts überhängenden Falte des Parietalblattes, welche sich weiterhin abschnürt und zu einer Tasche wird, die mit der Rumpfhöhle durch einen hohlen Stiel zusammenhängt. Von ihrem hinteren Ende setzt sich dieselbe röhrenfömig verengt als „Urnierengang“ (d. h. Pronephrosgang) distal fort, welcher gleichfalls seine Entstehung aus einer abgeschnürten Falte des Parietalblattes nimmt. Die fernere Differenzierung der Anlage erfolgt dadurch, dass die Vorniere im weiteren Wachsthum durch eine partielle Abschnürung sich in einen Horizontalcanal verwandelt, der durch drei kurze Röhrchen (Peritonealcommunicationen) mit der Leibeshöhle in Verbindung bleibt. Dabei sondert sich die untere Hälfte der Drüsenanlage von dem oberen Mündungstheil, „wobei natürlich der Ansatz des Urnierenganges abwärts gezogen wird, so dass er hinter der Drüsenanlage bis zu seiner horizontalen Fortsetzung bogenförmig aufsteigen muss.“ Die beiderseitigen Vornierengänge münden anfänglich mit einem gemeinschaftlichen Endstück von hinten her in die Cloake, um jedoch, nach Rückbildung dieses gemeinsamen Canals, definitiv getrennt in letztere sich zu eröffnen. — Drei Jahre später publicirte Fürbringer (8) in seiner umfassenden Arbeit „Zur vergleichenden Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Excretionsorgane der Vertebraten“ seine Beobachtungen bei Triton alp. und Rana esculenta und schloss sich der Ansicht Goette's an, in Bezug auf die Entstehung des Vornierensystems als Ausstülpung des parietalen Peritoneums. Er unterschied an der Vorniere selbst zwei Abschnitte, den dorsalen und ventralen Theil. Ersterer geht aus dem vordersten Abschnitt der ursprünglich längsverlau-

fenden Ausstülpung „durch eine übrigens in ihren Datails noch nicht näher erkannte ungleiche partielle Abschnürung“ hervor und wird zu einem kurzen Horizontalcanal, der bei Rana durch drei, bei Triton durch zwei Peritonealcommunicationen mit der Leibeshöhle in Verbindung bleibt. An seinem hinteren Ende geht er in den zweiten Abschnitt, den ventralen Theil über, welcher zuerst sich von dem parietalen Peritoneum abschnürt und nun, durch stärkeres Wachsthum gezwungen, eine S-förmige Windung beschreibt, die unter dem dorsalen Theil zum Anschluss an den Vornierengang nach rückwärts zieht. Der Vornierengang, gleichfalls durch totale Abschnürung einer Falte des parietalen Peritoneums entstanden, bildet einen Canal, der zwischen Ectoderm und Mesoderm liegt, und anfänglich blind endigt, mit weiterem Wachsthum aber sich an die Cloake anlegt und nach Resorption der trennenden Wandung frei in dieselbe mündet. — Eine Bemerkung, die gleichfalls auf die Amphibien Bezug hat, finde ich in der Arbeit Janošik's, „Histologisch embryologische Untersuchungen über das Urogenitalsystem“. Janošik beschreibt gegenüber von Goette und Fürbringer die erste Anlage des Vornierenganges bei Bufo und Triton nicht als Ausstülpung der Pleuroperitonealhöhle, sondern als soliden Zellwulst. Er fasst diese Zellmasse auf als eine verdeckte Ausstülpung der Leibeshöhle, die später hohl wird. — Wesentlich Neues, namentlich in Bezug auf die Entstehung des Vornierenganges, brachte Gasser (9) in seiner Publication über die Excretionsorgane des Alytes obstetricans. Er nennt das Vornierensystem als zu den frühesten Organanlagen im Rumpftheil des Embryo gehörig, die ersten Anfänge seien schon vor dem völligen Abschluss der Medullarrinne zum Rohr zu finden. Gasser beschreibt dieselben als einen Zellwulst, der, ausgehend vom Uebergang des Urwirbeltheiles des Mesoderms in den Seitentheil, lateral weit über das Mesoderm sich hinüberlegt und gegen den Ectoblast zu vorspringt und der sich dadurch zur Vorniere umwandelt, dass die ursprünglich undeutliche Communication desselben mit der Leibeshöhle deutlich wird und die drei Peritonealcommunicationen sich ausbilden, währenddem die ganze Anlage eine Lichtung erhält. Während die beiden vorerwähnten Autoren für den Gang die gleiche Entstehungsweise wie für die Vorniere selbst annahmen, vertrat Gasser auf Grund seiner Untersuchungen die Ansicht, dass derselbe im Wesentlichen frei zwischen Ectoderm und Mesoderm von der Vorniere aus nach hinten fortwachse. Nur für das unmittelbar an die Vorniere sich anschliessende Stück des Ganges, welches auch durch grössere Mächtigkeit sich auszeichnet, wollte er eine directe Betheiligung des Mesoderms mit aller Sicherheit nicht ausschliessen und hob dabei die Schwierigkeit der Untersuchung hervor. Eine Betheiligung des Ectoblasts an dem Aufbau des Vornierenganges hält Gasser für ausgeschlossen, weil eine bei manchen Härtungs-

methoden auftretende Membran den Gang von dem Ectoderm trennt und mit dem unterliegenden Mesoblast verbindet. — In gleicher Weise fand auch Duval (4) die erste Anlage der Vorniere des Frosches als einen verdickten Bezirk der Somatopleura bei einem Embryo, an welchem die Rückenfurche im Verschluss begriffen ist. Nach diesen eben referirten Arbeiten sind weitere genauere Untersuchungen über die Entstehung des Excretionssystems bei Amphibien nicht mehr erschienen. Es kamen inzwischen die Eingangs erwähnten Publicationen von Graf Spee und Flemming und im Anschluss an diese brachte Perenyi, wie schon erwähnt, eine vorläufige Mittheilung für Rana, die ich ihrer Kürze halber wörtlich anführen kann: „Bei Rana esculenta entwickelt sich der Wolff'sche Gang aus einer canalförmigen Abschnürung der inneren Zellschicht (Nervenplatte) des Ectoderms; und zwar nahe der Abschnürungsstelle der werdenden Somiten, lateral vom sogenannten Grenzstrang (Hensen)." — Vor kurzer Zeit sprach sich dann Brook gleichfalls für diese Ansicht aus, indem er in einer vorläufigen Mittheilung, in welcher er die ectoblastische Abkunft des Wolff'schen Ganges bei Teleostiern bestätigte und für Vögel als sehr wahrscheinlich hinstellte, sagt: „During the past few months I have been enabled to confirm Von Perenyis researches so far as Rana is concerned." Anderer Ansicht ist wiederum Lockwood, der in einer vor zwei Jahren erschienenen Abhandlung unter Anderem auch der Amphibien Erwähnung thut. Das was er über die Entstehung des Vornierensystems sagt, unterscheidet sich in nichts von den Angaben Fürbringer's.

Für meine Untersuchungen dienten mir als Object vorzugsweise Embryonen von Triton alp.; dann zur Controle und Ergänzung solche von Bufo cin. und Rana esc. Mein Tritonenmaterial hatte ich nicht wie Hertwig (13) durch künstliche Befruchtung erhalten, sondern dieselben im Frühsommer in verschiedenen Höhen des bayerischen Gebirges gesammelt. Die Befreiung der Eier von den sie umgebenden Eihüllen geschah im frischen Zustand mit feinen Pincetten und Scheeren. Bei einiger Vorsicht und Uebung gelingt es leicht auf diese Weise in kürzester Zeit die nöthige Anzahl von Embryonen zur Conservirung vorzubereiten. Dieselben kamen, je nach Grösse, 10 bis 20 Minuten in eine gesättigte wässerige Sublimatlösung. Hierauf wurden sie in allmählich verstärktem Alkohol erhärtet, dem einige Tropfen Jodtinctur zur Entfernung des Sublimates beigesetzt wurden. Dieses allerdings etwas mühsame Verfahren der Conservirung, die Eier im frischen Zustand zu schälen, über das schon Scott und Osborn (26) klagen, suchte sich Hertwig dadurch zu erleichtern, dass er die Eier vor dem Schälen durch kurze Zeit in fast kochendes Wasser brachte; oder aber indem er mit Hülfe eines Chromessigsäuregemisches die Embryonen innerhalb der Hüllen erhärtete und diese erst nachträglich entfernte. Von beiden

Methoden wurde aber bald Abstand genommen, da die damit erzielten Bilder den Sublimatobjecten wesentlich nachstehen. Die Einbettung erfolgte in Paraffin, und wurden die Embryonen hierauf mit dem Jung'schen Microtom in verschiedenen Ebenen in lückenlose Serien zerlegt und diese auf dem Objectträger mit Boraxcarmin gefärbt. Die Schnittdicke betrug 7 bis 14 μ. Die Zahl der verwendeten Serien betrug über 100.

Bei der Untersuchung ergab sich alsbald die Nothwendigkeit, auf erheblich jüngere Stadien als die bisherigen Autoren zurückzugehen. Als Ausgangspunkt der Beschreibung wähle ich ein Stadium von Triton alp., bei welchem noch jede Spur einer Vornierenanlage vermisst wird:

Das Ei hat bereits längliche Gestalt, der Blastoporus stellt einen schmalen Spalt dar, die Medullarwülste haben sich erhoben und umschliessen schon von vorne her die Hirnplatte. Das Neuralrohr ist seiner ganzen Länge nach noch weit offen, doch sind die Wülste im Bereiche der Medullarplatte einander näher gerückt als in dem der Hirnplatte. Es steht also der Embryo, seiner äusseren Form nach zwischen denen der Figg. 8 und 9 Tafel I Hertwig's, in „Die Entwickelung des mittleren Keimblattes". Etwa in der Mitte des Embryo beginnen in diesem Stadium die beiden ersten Ursegmente von der gemeinschaftlichen Urwirbelplatte sich abzuschnüren. Es sind dies wahrscheinlich die beiden vordersten Rumpfsegmente denn einige weitere kleinere Segmente,[1] welche später proximal von denselben entstehen, gehören offenbar schon dem Kopfe an, wie aus horizontalen Längsschnitten hervorgeht. Es sollen diese beiden fraglichen Rumpfsegmente, in deren Bereich die Vorniere, wie im Voraus erwähnt werden mag, zur Entwickelung gelangt, als Somit 1 und 2 bezeichnet werden.

Einen Querschnitt durch einen solchen Embryo stellt Fig. 1 dar, aus einer Region, welche ungefähr dem proximalen Theil der späteren Vornierenanlage entspricht. Der Ectoblast zeigt (ausserhalb des Neuralrohres) eine einfache Schichte regelmässiger, theils kubischer, theils abgeplatteter Zellen, denen nach innen zu vereinzelte, stärker abgeflachte Elemente anliegen. Ausgesprochen mehrschichtig erscheint der Ectoblast auf dem Schnitt nur an einer einzigen Stelle, welche dem Seitenrande der Nervenplatte entspricht. Hier buchtet sich regelmässig eine Ectoblastverdickung in den, zwischen Neuralrohr und Ursegmentplatte gebildeten einspringenden Winkel vor. Wie schon aus ihrer Lage hervorgeht, ist dieselbe nicht im Entferntesten in eine Beziehung zur Vorniere zu bringen. Dieselbe ist offenbar rein mechanisch durch Druckverhältnisse bedingt und schwindet später wieder mit der Erhebung des Randes der Nervenplatte. Solche zufällige Verdickungen des Ectoblast,

[1] Ich habe in den von mir untersuchten Stadien deren zwei gezählt. Das distale entsteht gleichzeitig mit dem dritten, das proximale mit dem vierten Rumpfsegment.

welche nur in Einsenkungen der Unterlage ihre Ursache haben, begegnen wir im weiteren Verlaufe der Entwickelung noch mehrfach in der Nähe der Vorniere, so zum Beispiel, worauf gleich im Voraus aufmerksam gemacht werden mag, in Figg. 6 *c* und 6 *d*. Da der Ectoblast in den nächstfolgenden Stadien im Bereiche der Vorniere keine wesentlichen Veränderungen eingeht, so will ich, um Wiederholungen zu vermeiden, denselben nicht bei jedem Stadium wieder besonders beschreiben, sondern alles Erwähnenswerthe über denselben in dem Schlusscapitel der Arbeit (S. 227) zusammenfassen.

Von den Entoblastgebilden mag zur Charakterisirung des Stadiums nur die Chorda dorsalis erwähnt werden. Sie ist im proximalen Theil des Embryo schon von dem Entoblast abgeschnürt, während sie distal als offene Rinne mit demselben noch in Zusammenhang steht.

Das Verhalten des mittleren Keimblattes ist in der in Fig. 1 dargestellten Region der Vorniere folgendes. Nur in der dorsalen Hälfte des Embryos ist der Mesoblast in zwei Blätter getrennt, während er ventral aus einer einfachen Zellreihe besteht. Eine Grenze zwischen Urwirbelplatte und Seitenplatte ist auf Querschnitten nicht deutlich, und gehen beide Abschnitte continuirlich in einander über (an der in Fig. 1 mit * bezeichneten Stelle). Im Bereiche der Urwirbelplatte ist schon die Leibeshöhle als ein deutlicher mit Pigment ausgekleideter Spalt erkenntlich (*u h*). Das parietale Blatt der Urwirbelplatte besteht aus einer einfachen Schichte Cylinderzellen, das viscerale aus einer Reihe cubischer, zum Theil abgeplatteter Elemente. An der mit * bezeichneten Stelle, wo später die Vorniere sich anlegt, besteht der Mesoblast gleichfalls aus zwei einreihigen Zellblättern, von denen das parietale durch voluminösere und mehr cubische Elemente, von dem visceralen mit seinen kleineren, mehr abgeplatteten sich auszeichnet. Von einer Leibeshöhle in diesem Bereiche des Mesoblast findet sich noch keine Andeutung, weder in Form eines Spaltes noch eines Pigmentstreifens. Gehen wir weiter in ventro-lateraler Richtung, so sehen wir im Bereich der Seitenplatte diese Formverschiedenheit beider Blätter immer mehr sich verlieren; dieselben schieben sich in einander und es kommt schliesslich eine einfache Zellreihe zu Stande.

Die erste Spur der Vorniere zeigt ein Querschnitt (Fig. 2) durch die vordere Rumpfregion eines etwas älteren Embryos von Triton alp., an welchem das dritte Mesodermsegment in Abschnürung begriffen ist. Während im Bereiche des Somiten, gegenüber dem vorausgegangenem Stadium, keine bemerkenswerthe Veränderung sich vollzogen hat, sehen wir ventrolateral von der Urwirbelplatte in dem bisher zweireihigen Mesoblast eine geringgradige Verdickung (*s w*) auftreten, so dass man durchschnittlich an dieser Stelle jetzt drei Zellreihen zählen kann. Man erkennt in der äusseren

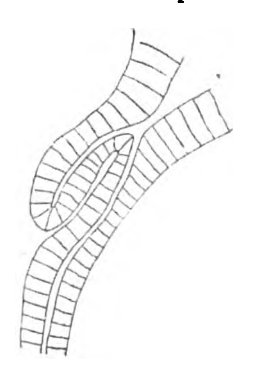
und inneren Zellreihe noch die ursprünglichen beiden Mesoblastblätter und muss die Verdickung auf eine zwischen beiden Blättern aufgetretene Ansammlung von Zellen zurückführen, die durch ihr lockeres Gefüge und ihre mehr unregelmässige polygonale Gestalt sich von den dicht gelagerten cubischen Elementen der beiden ursprünglichen Blätter unterscheiden.

Einen weiteren Schritt in der Bildung der Vorniere finden wir auf einem Schnitt (Fig. 3) durch einen Embryo von Triton alp. von 7 Somiten und vollständig geschlossenem Medullarrohr. Hier besteht die Verdickung des Mesoblast (*Sw*) in der Vornierenregion schon aus drei bis vier Zellenlagen. Eine centrale, lockere Zellmasse lässt sich von den beiden ursprünglichen Mesoblastblättern nicht mehr unterscheiden, vielmehr liegen die Zellen im Bereiche des gesammten Wulstes dicht gedrängt und zeigen schon zum grössten Theil ausgesprochen cylindrische Beschaffenheit. Als Merkmal für die Unterscheidung der ursprünglich vorhandenen Mesoblastblätter ist ein feiner Pigmentstreif von Wichtigkeit, welcher von der Urwirbelhöhle (*uh*) aus, lateralwärts in die Seitenplatte hinein sich fortsetzt. Dieser Pigmentstreif, die erste Anlage der Leibeshöhle (bei allen Embryonen nicht mit gleicher Deutlichkeit sichtbar), scheidet im Bereich der Vorniere eine ventrale, einreihige Lage, die Splanchnopleura, von dem übrigen Theil des Wulstes. Man wird sonach in diesem Stadium die Verdickung schon auf eine Zellvermehrung im Bereiche der Somatopleura zurückführen dürfen. Eine Differenzirung in einzelne Zelllagen lässt sich dagegen im Bereiche des Wulstes nicht constatiren.

Eine solche tritt erst auf im Stadium der Fig. 4 (Embryo von Triton alp. mit 8 Somiten). Hier sind im Bereiche der Vornierenanlage (*sw*) vier deutlich von einander getrennte Zellreihen wahrnehmbar. Die ventrale Reihe, die Splanchnopleura zeichnet sich durch ihre abgeflachten Zellen aus; dann folgt dorsal eine Schichte, die gegen den Urwirbel zu noch Cylinderzellen, gegen die Seitenplatte zu aber gleichfalls abgeplattete Elemente führt. Die gegen den Ectoblast zu sich anschliessenden beiden übrigen Schichten zeigen exquisite cylindrische Zellformen. Einen genügenden Einblick in die Anordnung und den gegenseitigen Zusammenhang dieser Zellreihen gewähren erst Embryonen aus einem etwas älteren Stadium.

So sieht man in Fig. 5 (Embryo von Triton alp. mit 10 Somiten) noch die gleichen vier Zellreihen des Mesoblast im Bereiche der Vornierenanlage, erkennt aber zugleich, dass die beiden äusseren gegen den Ectoblast zu gelegenen Blätter unter sich innig zusammenhängen und sich von den zwei inneren Blättern ziemlich scharf abgrenzen. Die ersteren (*pv* und *vv*) stellen die eigentliche Vornierenanlage dar und der zwischen ihnen aufgetretene Pigmentstreif (*vl*) die erste Andeutung eines Vornierenlumens. Die beiden darunter gelegenen Blätter (*pp* und *vp*), soweit sie als solche

deutlich sind, bilden den dorsalen Abschnitt der Seitenplatte. Im einzelnen ist das Verhalten der Blätter folgendes: Die oberflächliche Zellenreihe *p v*, die wir jetzt als die parietale Wand der Vornierenanlage bezeichnen dürfen, besteht nun aus hochcylindrischen Zellen. Sie hängt medianwärts mit der parietalen Urwirbelwand zusammen, lateralwärts aber setzt sie sich nicht mehr, wie dies noch in Fig. 4 der Fall ist, in die parietale Schicht der Seitenspalte fort, sondern schlägt sich in Form einer Falte medianwärts um und bildet so, indem sie sich gegen den Urwirbel wieder nach aufwärts wendet, das viscerale Blatt der Vornierenanlage (*v v*). An seinem oberen Ende biegt dieses Blatt wieder medianwärts um und setzt sich continuirlich in die Somatopleura fort. Dann folgt ventralwärts der mehrfach unterbrochene Pigmentstreif der Leibeshöhle und endlich die Splanchnopleura. Die gesammte Vornierenanlage stellt also auf dem eben beschriebenen Querschnitt eine einfache Falte dar, die von dem lateralen Umfang des Urwirbels ausgeht und in lateraler und ventraler Richtung verläuft, indem sie mit ihrem freien Rande den Anfangstheil der Seitenplatten deckt, wie solches aus dem beistehenden Holzschnitte ohne Weiteres erkenntlich ist. Das Lumen der Falte geht von dem Coelomspalt aus, was in Fig. 5 weniger deutlich ist als an anderen Schnitten und älteren Embryonen.



Geht man bei der Untersuchung von dem eben beschriebenen schon vorgerückteren Stadium aus, so kann man leicht den Eindruck erhalten, als sei die oben dargestellte Falte in der That durch eine Ausstülpung des Somiten entstanden. Eine Entscheidung, ob dies der Fall ist oder nicht, kann nur durch die Untersuchung der vorausgegangenen Stadien entschieden werden. Greift man zunächst auf den Embryo der Fig. 4 zurück, so findet man hier, nachdem einmal in späteren Stadien die charakteristische Form der Falte erkannt ist, dieselbe schon in diesem Stadium deutlich vorgebildet. Der einzige Unterschied gegenüber der Fig. 5 besteht darin, dass der das Lumen der Vorniere repräsentirende Pigmentstreif hier noch fehlt. Dieser Umstand muss die Analyse des Segmentalwulstes in früheren Stadien erheblich erschweren und legt *a priori* die Annahme nahe, dass die Faltenform der Vorniere von allem Anfang an vorgebildet und nur in Folge der mangelnden Sonderung in Blätter nicht erkenntlich sei. Dagegen sprechen aber nun die sich anschliessenden noch jüngeren Stadien der Figg. 3 und 2. Wäre die Vornierenanlage in diesen Stadien durch eine echte Ausstülpung des Somiten entstanden, so würden wir hier eine kürzere, das heisst in ventrolateraler Richtung noch weniger ausgedehnte Falte, immer jedoch eine Falte oder ein Aequivalent einer solchen, erhalten. Das ist aber nicht

der Fall, vielmehr ist es ganz unmöglich, im Bereiche des erst entstehenden Wulstes eine Anlage der späteren vier Blätter vorzufinden. Es entstehen aus den anfänglich vorhandenen zwei Zellreihen (Fig. 1) zunächst deren drei (Fig. 2) und aus diesen wieder, im Verlaufe einer ziemlich langen Entwickelungsperiode (Figg. 3 und 4) erst die definitiven vier Zelllagen. Auch tritt der Wulst von Anfang an in seiner ganzen ventrolateralen Ausdehnung auf, was bei einer allmählich sich ausstülpenden Falte nicht der Fall sein kann. Wir werden sonach zu der Annahme geführt, dass die Vornierenanlage nicht durch eine Ausstülpung entsteht, sondern vielmehr durch eine Zellenwucherung, welche in dem parietalen Blatte des Coeloms auftritt, und durch Aufreihung ihrer anscheinend regellos gelagerten Zellen zu Blättern, nachträglich die Form einer Falte annimmt, die sich bald an ihrem unteren Ende von der Seitenplatte abschnürt und nur an ihrem oberen mit der Somitenwand in Zusammenhang bleibt, so dass sie als eine nach abwärts gerichtete Ausstülpung von dem Somiten erscheint.

Bisher haben wir das Verhalten des Segmentalwulstes von seiner ersten Anlage bis zu der in Fig. 5 dargestellten Falte auf Grund von Querschnitten beschrieben, die stets dem gleichen Abschnitte (proximales Drittel) der Vorniere entnommen waren. Die Vorniere auf Grund von Serienschnitten in ihren verschiedenen Abschnitten darzustellen, lag bisher keine Veranlassung vor, da in jenen frühen Stadien die einzelnen Schnitte keinen sehr auffälligen Unterschied hervortreten lassen. In dem zuletzt beschriebenen Stadium der Fig. 5 aber ändert sich dies Verhalten sehr wesentlich, und es ist daher an der Zeit, eine Schnittserie an einer Anzahl von Abbildungen darzustellen, wie dies in Fig. 6 *a* bis *e* geschehen ist.

Fig. 6 *a* trifft die Mitte des Somiten 1 und mit ihr das proximale Ende der Vorniere. Dieselbe stellt hier die schon in Fig. 5 beschriebene Falte dar, deren beide Blätter durch einen, das zukünftige Lumen repraesentirenden, Pigmentstreif getrennt werden. Dieser Pigmentstreif geht von einem etwas erweiterten Abschnitt der Leibeshöhle aus, welcher, wie sich nach Betrachtung der folgenden Querschnitte ergeben wird, noch zur Höhle der Mesoblastsegmente zu rechnen ist. Ein Vergleich mit späteren Stadien lässt schon jetzt erkennen, dass der vorliegende Abschnitt der Vorniere nebst seiner Einmündung in die Leibeshöhle, den ersten Trichter (tr_1) der Vorniere darstellt. Drei Schnitte weiter nach rückwärts in Fig. 6 *b* (der Somit ist schon nahe seiner distalen Wand getroffen) erscheint die eben beschriebene Falte als ein allseitig geschlossenes Säckchen, von der Leibeshöhle abgeschnürt. An diesem Schnitt, welcher dem der Fig. 5 des vorigen Stadiums entspricht, tritt uns zum ersten Mal in deutlicher Form eine Differenzirung des Segmentalwulstes in zwei seitlich neben einander liegende Abschnitte entgegen; einem grösseren medialen, welcher an der vorliegenden

Fig. 6 *b* in seinem Inneren einen Pigmentstreif enthält und einem kleineren lateralen, der von jenem mittels einer Einkerbung der dorsalen Zellenschicht oberflächlich sich abgrenzt. Der erste stellt die Anlage der eigentlichen Vorniere, der letztere die des ventralen Theiles (Fürbringer) dar. Schon in früheren Stadien (vergl. Figg. 3 und 4) lassen sich diese beiden Abschnitte, wenn auch undeutlich, von einander unterscheiden. Verfolgt man die Vorniere weiter nach rückwärts, so trifft man in Fig. 6 *c* (drei Schnitte hinter Fig. *b*) ein völlig verändertes Bild. Der Somit ist nur noch in seinem dorsalen Theil und zwar im Anschnitt getroffen; ventral davon das Septum zwischen ihm und dem Somiten 1 bis 2. Dieses sehr charakteristische Anschnittsbild findet sich nun nicht nur im Bereiche des Somiten, sondern ebenso ausgesprochen auch im Bereiche der Vorniere. Der mediale Abschnitt derselben stellt eine structurlose, von Kernen fast völlig entblösste Zone dar; in der lateralen Hälfte sind zwar noch eine Anzahl Kerne erhalten, aber gegenüber der voll getroffenen Vorniere zeigt doch auch dieser Theil einigermaassen den Charakter des Anschnittes, was namentlich auf dem nächsten, nicht mehr dargestellten Schnitt deutlich hervortritt. Auch der als Anlage des ventralen Theiles aufzufassende Abschnitt der Vorniere scheint also, wie dies aus der folgenden Fig. 6 *c* und dem nächstfolgenden (nicht dargestellten) Schnitt hervorgeht, jene Beschaffenheit der Vornierenanlage zu theilen. Geht man noch weiter nach rückwärts, so wird das ursprüngliche Verhalten bald wieder hergestellt, und zwar wie aus Fig. 6 *d* (dem zweiten Schnitt nach Fig. *c*) ersichtlich ist, im Bereiche der Vorniere noch früher als im Bereiche des Somiten. Denn wir sehen den Somiten 2 noch im vorderen Anschnitt, während die Vornierenanlage und namentlich auch der ventrale Theil derselben wieder voll getroffen sind. Bemerkenswerth ist an den beiden letzt beschriebenen Schnitten, dass die Leibeshöhle hier in dem, zwischen beiden Somiten gelegenen Abschnitte, nur unterhalb der lateralen Hälfte der Vornierenanlage zu finden ist. Nur dieser Theil des Coeloms gehört also im vorliegenden Stadium der unsegmentirten Leibeshöhle an, während der unter der medialen Hälfte der Vorniere gelegene Abschnitt, in welchen wir in Fig. 6 *a* die erste Trichtermündung vorfanden, sonach einem segmentirten Abschnitt des Coeloms, der Urwirbelhöhle, zugehört. Schon die nächste Fig. 6 *e* (drei Schnitte hinter Fig. 6 *d*) zeigt auf das Klarste die Richtigkeit dieser Auffassung. Der Somit 2 ist hier in seinem vorderen Abschnitte getroffen und umschliesst eine geräumige Urwirbelhöhle. Die Vorniere erscheint wieder, wie in Fig. 6 *a*, als Falte mit geöffnetem Lumen, welches an dieser Stelle der Einmündung des zweiten Trichters (tr_2) entspricht. Die Einmündung findet auch hier im Bereiche der Somitenhöhle statt. Es lässt sich dies deutlich aus dem Umstande erkennen, dass die unsegmentirte Leibeshöhle hier, wie in den beiden vorher-

gehenden Figuren, nur unterhalb des lateralen Abschnittes der Vorniere vorhanden ist. Dass eine Communication zwischen Urwirbel- und Peritonealhöhle auf dem Schnitt nicht zu sehen ist, hängt damit zusammen, dass der Somit in seinem proximalen Theil getroffen ist, während er sich, entsprechend seiner Mitte, in die gemeinsame Leibeshöhle eröffnet. Der ventrale Theil der Vorniere ist im distalen Ende derselben (Figg. 6 *d* und 6 *e*) von der übrigen Vorniere weit deutlicher abgegrenzt als weiter proximal. Namentlich in Fig. *e* stellt er einen allseitig geschlossenen Canal dar, der sich nach rückwärts ohne scharfe Abgrenzung in den Vornierengang fortsetzt. Der eben beschriebene Schnitt entspricht dem hinteren Ende der Vorniere; denn nach rückwärts folgen nur noch ein bis zwei Anschnittsbilder.

Wenn man aus der dargestellten Schnittreihe sich die Vorniere plastisch reconstruirt, so ergiebt sich, dass dieselbe aus zwei Abschnitten besteht, deren jeder einen der beiden Trichter enthält. Ich bezeichne dieselben mit Rückert als Divertikel 1 und 2. Jedes Divertikel stellt eine Ausstülpung eines Mesoblastsegmentes dar, und die Stelle, an welcher dasselbe in die Urwirbelhöhle einmündet, eine Trichteröffnung. Diese entspricht zugleich der Stelle, wo die Urwirbelhöhle in die unsegmentirte Leibeshöhle sich fortsetzt. Die Ausstülpung des ersten Divertikels (dv_1) geht von der Mitte des zugehörigen Somiten aus und verläuft in distaler Richtung; die des zweiten (dv_2) von dem vorderen Umfang des zugehörigen Somiten in proximaler Richtung. Ein kleinerer lateraler Abschnitt der gemeinsamen Vornierenanlage hat sich zu einem selbstständigen Gebilde, der Anlage des ventralen Theiles, differenzirt. Ein Vorgang, welcher im distalen Ende der Vorniere weiter vorgeschritten ist als im proximalen. Wie es scheint, lässt auch dieser Abschnitt zwei, den beiden Divertikeln entsprechende, segmentale Stücke erkennen, doch ist bei der geringen Anzahl von Zellen, welche dieser Abschnitt beherbergt, eine Entscheidung hierüber sehr schwierig. Die Anschnittsbilder, wenn solche hier wirklich vorliegen, werden sich naturgemäss nur wenig scharf von den Bildern des voll getroffenen Canalstückes unterscheiden.

Zur Controle für die eben vorgetragene Auffassung ist eine Untersuchung von horizontalen Längsschnitten unerlässlich. Fig. 7 ist der rechten Hälfte eines solchen Schnittes entnommen und zeigt vier horizontal getroffene Somiten, deren beide mittlere (s_1 und s_2) an ihrem lateralen Umfang die Vornierenanlage (*Sw*) erkennen lassen. Weiter lateral folgt der Ectoblast (*ec*). Das Stadium ist erheblich jünger als das der früher beschriebenen Querschnittserie und entspricht einem Embryo von Triton alp. mit sechs Somiten, lässt sich also mit dem der Fig. 3 vergleichen. Da die Zellen der Vornierenanlage in diesem Stadium, wie wir aus der Querschnittsserie der Fig. 3 ersehen haben, noch ziemlich ungeordnet liegen

und die später auftretende Falte noch nicht erkenntlich ist, so dürfen wir. von dem vorliegenden Horizontalschnitt nicht zu viel Aufschluss erwarten. Immerhin erkennt man folgendes: Die Zellen des Segmentalwulstes hängen direct mit dem lateralen Umfang zweier aufeinanderfolgender Somiten zusammen und das Pigment, welches die Innenfläche der Urwirbelhöhle auskleidet, setzt sich in Form von unregelmässig begrenzten Streifen in das Innere des Wulstes fort und zwar von dem ersten in distaler, von dem zweiten in proximaler Richtung. Ein Vergleich mit den nächstfolgenden Stadien lehrt, dass diese Pigmentansammlung dem späteren Lumen der Vorniere entspricht. Wäre die Anlage von vorn herein eine hohle, so würde dieselbe auf dem vorliegenden Schnitte in Form von zwei gegen einander convergirenden, mit ihren Spitzen zusammenfliessenden Falten der Mesoblastsegmente (den beiden Divertikeln der Vorniere) zur Wahrnehmung kommen. Deutlicher als bei Triton lässt sich die eben beschriebene Bildung, wie in Fig. 8, bei einem etwas älteren Embryo von Rana (10 Somiten) erkennen Der Segmentalwulst hängt mit drei aufeinander folgenden Somiten zusammen, und lässt sich, wenn man die Stellung seiner Zellen genau berücksichtigt, auffassen, als hervorgegangen aus den unter einander verschmolzenen Ausstülpungen dieser drei Somiten. Die Ausstülpung des ersten Segmentes (dv_1) geht etwas nach hinten, die des zweiten (dv_2) gerade nach aussen und die des dritten (dv_3) stark nach vorn, ganz entsprechend der späteren Stellung der Trichter zu den Segmenten. Ein Lumen besitzt auch in diesem Stadium die Vorniere noch nicht, doch ist dasselbe schon sehr deutlich durch die regelmässige Anordnung der Zellen und durch Pigmentstreifen vorgezeichnet. Die den drei Trichtern des Pronephros von Rana entsprechenden Divertikel sind im vorliegenden Stadium noch nicht zusammengeflossen. Die Vorniere befindet sich also in einem Stadium, welches mit dem der zuletzt beschriebenen Querschnittsserie von Triton alp. (Fig. 6) übereinstimmt.

Im Anschluss an das eben beschriebene Bild der Vorniere von Rana dürfte sich am zweckmässigsten die Horizontalsschnittserie eines etwas älteren Embryo von Bufo (12 Somiten) einschalten lassen, da dieselbe gleichfalls aus drei segmentalen Abschnitten sich aufbaut. Der dorsale der beiden Schnitte, Fig. 9 *a*, trifft die ventralen Abschnitte von vier Somiten, von welchen die drei proximalen. (s_1 bis s_3) mit der Vorniere in Verbindung stehen. Der vorderste (s_1) ist am stärksten ventral getroffen, der folgende (s_2) zeigt den zweiten oder mittleren Trichter der Vorniere, welcher in diesem Stadium noch deutlich in die Urwirbelhöhle einmündet. Diese Trichtermündung mit einem zugehörigen Abschnitt des mittleren Divertikels stellt den einzigen Theil der Vorniere auf diesem Schnitte dar. Auf den ventral folgenden Schnitten wird die Vorniere in ihrer ganzen Längsausdehnung

getroffen. In Fig. 9 *b*, drei Schnitte nach dem eben abgebildeten, tritt an Stelle der Somiten- schon Peritonealhöhle auf. Lateral von derselben die aus drei deutlich von einander abgegrenzten Divertikeln bestehende Vornierenanlage. Das mittlere Divertikel (dv_2) ist in dieser Ebene von der Leibeshöhle abgetrennt; das vordere und hintere (dv_1 und dv_3) dagegen eröffnen sich in dieselbe mittels des ersten und dritten Trichters (tr_1 und tr_3). Der mittlere mündet also in einen weiter dorsal gelegenen Theil des Coeloms, als die beiden anderen, wie dies bei Rana auch nach der Angabe Fürbringer's der Fall ist. Die Vorniere, wie sie auf diesen beiden Horizontalschnitten von Bufo uns entgegentritt, lässt sich auf die in Fig. 8 dargestellte Anlage von Rana leicht zurückführen, sowohl was die Zahl, wie die Stellung der segmentalen Abschnitte anlangt. Während in Fig. 8 jedoch der Ausgang der Divertikel von den Mesoblastsegmenten deutlich zu Tage trat, ist dies auf den beiden Horizontalschnitten von Bufo, in Folge der Schnittrichtung und der vorgeschrittenen Entwickelungsstufe nicht in gleichem Maasse der Fall. Nur der mittlere Trichter der Fig. 9 *a* erscheint, Dank seiner dorsalen Lage, als Ausstülpung des hier zwar im Anschnitt getroffenen, aber noch wohl abgegrenzten Somiten. Dass aber auch die beiden anderen Divertikel (dv_1 und dv_2) directe Fortsetzungen der Somiten sind, geht aus einem Vergleich der beiden Schnitte klar hervor.

Der bisherigen Beschreibung wurden nur einzelne, besonders ausgewählte Horizontalschnitte zu Grunde gelegt, und es konnte daher nicht der Nachweis erbracht werden, dass die von mir behauptete segmentale Structur für die gesammte Vornierenanlage Geltung besitzt. Es scheint mir daher unerlässlich, um dem Leser ein eigenes Urtheil zu ermöglichen, ihm eine continuirliche Horizontalschnittserie vorzuführen. Eine solche wurde in Fig. 10 *a* bis *e* von Triton alp. gegeben. Die Vorniere entspricht in Bezug ihrer Entwickelungsstufe ziemlich der Querschnittsserie von Fig. 6. In Fig. 10 *a* (Taf. II) ist die Vorniere in ihrem dorsalen Anschnitt getroffen, in Verbindung mit dem lateralen Umfang des zweiten, dritten und auffallender Weise auch des vierten (s_1 bis s_3) der hier abgebildeten fünf Somiten. Der Segmentalwulst besteht aus zwei Abschnitten, deren jeder im Inneren einen feinen Pigmentstreif führt. Der vordere derselben (dv_1) erscheint ganz deutlich als Fortsetzung des Somiten 1, während der Zusammenhang des hinteren (dv_2) mit dem Somiten 2 auf diesem Schnitte weniger klar hervortritt. Auf dem ventral folgenden Schnitt der Fig. *b* sind die beiden segmentalen Abschnitte der Vorniere voll getroffen, jeder besitzt ein offenes mit Pigment ausgekleidetes Lumen. Aus der Stellung der Zellen erkennt man sehr deutlich, dass die beiden Divertikel (dv_1 und dv_2) Ausbuchtungen der anliegenden Somiten (s_1 und s_2) sind. Der Schnitt zeigt die gleiche Anordnung der Vorniere wie das jüngere Stadium der Fig. 7,

nur in Folge der Canalisirung der Anlage mit weit mehr Klarheit. Auch an diesem Schnitt erscheint ausser Somit 2 auch Somit 3 mit dem zweiten Divertikel in Zusammenhang. Ob eine Betheiligung desselben bei Triton am Aufbau des Divertikels wirklich stattfindet oder bloss vorgetäuscht wird, dürfte schwer zu entscheiden sein. Ich habe die fragliche Verbindung bei meinen Embryonen wiederholt, aber nicht constant angetroffen. Auf dem nächstfolgenden Schnitt (Fig. 10 *c*) sind die Somiten 1 und 2 ventral angeschnitten, während Somit 3 schon verschwunden ist. Die beiden segmentalen Abschnitte der Vorniere (dv_1 und dv_2) sind hier vollständig von einander geschieden. Die Trennungslinie fällt, wie aus einem Vergleich der Prismenzeichnungen hervorgeht, genau mit derselben Grenze der Fig. *a* und *b* zusammen, so dass also ein Zusammenfluss der beiden Divertikel in diesem Stadium mit aller Bestimmtheit ausgeschlossen werden kann. Auf dem ventral sich anschliessenden Schnitt Fig. 10 *d* erscheinen nachmals die beiden Trichter (*tr*) der Vorniere. Sie münden in zwei, von einander getrennte, erweiterte Abschnitte der Leibeshöhle. Die Verbindung des ersten Divertikels mit seinem zugehörigen Somiten (s_1) stellt ein gewundenes Stück dar, das nur im Anschnitt getroffen erscheint. Da wo dasselbe mit dem Somiten noch in Verbindung steht, ist ein Lumen (tr_1), offenbar die Stelle des ersten Trichters, zu erkennen. Das Lumen des Divertikels 2 hat sich gegen den zugehörigen Somiten (s_2) erweitert. Der Hohlraum entspricht der Einmündungsstelle des zweiten Trichters (tr_2).

Der eben beschriebene Abschnitt entspricht nur dem dorsalen Theil der Vorniere. Wir wenden uns jetzt zu dem ventralen Theil des Pronephros, indem wir zurückgreifen auf Fig. 10 *a*. Hier ist lateral von den Mesoblastsegmenten 2 und 3 der Vornierengang (*vg*) der Länge nach durchschnitten. Derselbe scheint nach vorn zu blind zu endigen, in Wirklichkeit aber biegt er an dieser Stelle ventralwärts um, denn er erscheint auf den nachfolgenden Schnitten Fig. 10 *b*—*d* und drei weiteren, nicht dargestellten, an der gleichen Stelle quer getroffen. Dieses ventral abgebogene Stück des Canals (*vt*) gehört genetisch nicht mehr zum Vornierengang, sondern zum ventralen Theil der Vorniere. Derselbe, ursprünglich gerade gestreckt verlaufend, hat sich nach seiner Abtrennung von der Vorniere, offenbar in Folge stärkeren Längenwachsthums, gefaltet zu einem Bogen mit ventraler Convexität. Der zuletzt geschilderte Abschnitt stellt den distalen Schenkel des Bogens dar, während der proximale Schenkel desselben die Fortsetzung des Divertikels 1 bildet. Er geht aus diesem Theil ohne jede Abgrenzung hervor. Schon in Fig. 10 *b* sieht man am lateralen Umfange des Divertikels 1 einige Zellen im Anschnitte getroffen und in Fig. 10 *c* erweitert sich dem entsprechend das Lumen des Canals in querer Richtung. In diesem quergestellten Lumen haben wir den Beginn des ventralen Theiles der Vorniere zu suchen.

In Fig. 10 *e* endlich fliessen der proximale und der distale Schenkel des Bogens zusammen.

Um die eben geschilderten, etwas complicirten Verhältnisse in übersichtlicher Form zur Darstellung zu bringen, wurde eine plastische Reconstruction dieser Serie mittels Wachsplatten ausgeführt. Fig. 11 zeigt einen Sagittalschnitt durch das Modell in halbschematischer Darstellung, bei seitlicher Ansicht vom Ectoblast aus. Auf der linken Seite der Figur verläuft in horizontaler Richtung das vordere Ende des Vornierenganges (*vg*), welcher im Bereich des Somiten 2 in centraler Richtung abbiegt zu dem U-förmigen Canalstück des ventralen Theiles der Vorniere. Dem letzteren sitzen die beiden Divertikel (dv_1 und dv_2) auf. Dieselben sind hier noch nicht durch Resorption der sie trennenden Scheidewand zur Vereinigung gelangt und nur das Lumen des vorderen communicirt mit dem ventralen Theil. Von den beiden Divertikeln verlaufen divergirend in einer von dem Beschauer abgewandten Richtung die beiden Trichter (tr_1 und tr_2), welche in der Figur punktirt angegeben sind.

Der weitere Verlauf der Entwickelung lässt sich mit Hülfe dieses Schemas leicht klar machen. Zunächst vereinigen sich die beiden Divertikel durch Resorption ihrer Scheidewand zu einem Längscanal, von welchem die Trichter ausgehen. Der ventrale Theil der Vorniere gestaltet sich durch fortschreitendes Längenwachsthum zu einem S-förmigen Canalstück um, indem die bisher nach unten gerichtete Convexität des Bogens nach vorn gerichtet wird und in eine Frontalebene mit der Mündung des ersten Trichters zu liegen kommt; wie die in der Figur eingezeichneten punktirten Linien veranschaulichen. Von einer Querschnittserie von Triton, welche diesem Stadium entspricht, sind in Fig. 12 *a*—*d* die wichtigsten Stellen abgebildet. In Fig. 12 *a* ist der erste Trichter dargestellt. Derselbe besitzt gegenüber dem der Fig. 6 *a* eine weit geöffnete Mündung und steht senkrecht zur Ebene der Leibeshöhle. Ventrolateral von demselben ist der ventrale Theil der Vorniere in seiner proximalen Convexität getroffen und praesentirt sich als länglich ovales Anschnittsbild mit langem spaltförmigem, pigmentirtem Lumen. Auf dem vierten der nächstfolgenden Schnitte, Fig. 12 *b*, ist die Vorniere (*v*), wie in Fig. 6 *b*, von der Leibeshöhle abgetrennt und deutlich gliedert sich hier der ventrale Theil (*vt*) in seine beiden jetzt über einander liegenden Schenkel (*vt* und vt_1), die als querdurchschnittene, rundliche Canalstücke zu erkennen sind; und zwar zeigt der dorsal gelegene einen grösseren Querdurchmesser als der ventrale. In Fig. 12 *c* hat der dorsale Schenkel des ventralen Theiles (*vt*) sich in den Längscanal der eigentlichen Vorniere (*v*) eröffnet. Vier Schnitte weiter nach hinten mündet der dorsale Theil der Vorniere mittels des zweiten Trichters in das Coelom. Der ventrale Theil ist an der Uebergangsstelle in den aufsteigenden Schenkel

getroffen. Mit diesem Stadium können wir unsere Darstellung schliessen, da die Untersuchung älterer Embryonen übereinstimmende Resultate mit der ausführlichen Beschreibung Fürbringer's ergeben hatten; nur möchte ich noch eines auffallenden Befundes Erwähnung thun. Ich zählte nämlich bei einer Querschnittserie eines Tritonembryo mit 10 Somiten jederseits, wie bei den Anuren, drei Trichter, von denen links der mittlere, rechts der vorderste am wenigsten gut ausgebildet war. Während die Entfernung des mittleren hintersten die gewöhnliche Zahl von zehn Schnitten betrug, lagen die beiden vorderen nur vier Schnitte auseinander, und so weit dies an einer Querschnittserie zu entscheiden möglich ist, jeder im Bereiche eines Segmentes.

Entwickelung des Vornierenganges.

Die erste deutlich nachweisbare Anlage eines Vornierenganges lässt sich bei Triton alp. im Stadium unserer Fig. 3 erkennen, zu einer Zeit, in welcher die ersten Spuren einer Gliederung der Vorniere in einen ventralen und dorsalen Theil an ihrer Oberfläche sichtbar wird. Dieselbe (Fig. 13) unterscheidet sich zu dieser Zeit nur durch ihre geringere ventrolaterale Ausdehnung von einem frühen Entwickelungsstadium der Vorniere selbst. Sie besteht aus einer ziemlich circumscripten Vorwölbung der Somatopleura, die bedingt ist durch eine darunter stattfindende Ansammlung lose vereinigter Zellen. Diese Anschwellung liess sich in dem genannten Stadium über circa zwei Somiten von dem hinteren Ende der Vorniere aus nach rückwärts verfolgen. Das distale Ende derselben verliert sich allmählich im Mesoblast. — In einem etwas älteren Stadium von Triton alp., in welchem die Vorniere ungefähr die in Fig. 6 dargestellte Entwickelung zeigt, dehnt sich die Anlage des Ganges über vier Somiten aus. Von besonderem Interesse ist in diesem Stadium das Verhalten des Ganges in dem zuerst angelegten, proximalen Stück, welches von dem hinteren Ende der Vorniere an über zwei Somiten sich erstreckt. Dasselbe ist für den Bereich des ersten der beiden Somiten auf drei Schnitten Fig. 14 *a*—*c* dargestellt. In Fig. 14 *a* bildet der Gang eine deutliche Falte der parietalen Cölomwand, welche von dem lateralen Ende des hier vollgetroffenen Somiten ausgeht. Gegenüber dem jüngeren Stadium der Fig. 13 zeigt dieselbe keine wesentliche Grössenzunahme, nur springt sie schärfer abgerundet vor und zeigt ein festeres Gefüge. Einige Schnitte weiter hinten, gegen den distalen Abschnitt der Somiten zu, Fig. 14 *b*, erscheint die Falte von ihrer Unterlage abgeschnürt. Es setzen sich unterhalb derselben die beiden

Wände des Urwirbels in die zugehörigen Blätter der Seitenplatte ununterbrochen fort. Der Gang liegt also hier als ein rundlicher, etwas abgeplatteter, solider Zellstrang zwischen Ectoderm und parietalem Peritoneum; mit dem letzteren jedoch wie es scheint noch verlöthet. Noch etwas weiter nach hinten, in Fig. 14 *c*, wo der Somit im hinteren Anschnitt getroffen ist, sehen wir den Gang schärfer von seiner Unterlage abgegrenzt. Im Bereiche des nächstfolgenden Somiten tritt, wenn auch in etwas weniger deutlicher Form, der gleiche Wechsel der Bilder auf. Wir haben somit in einem proximalen, über zwei Somiten sich erstreckenden Stück des Vornierenganges eine Anlage vor uns, die eine wesentliche Uebereinstimmung zeigt mit der Anlage der Vorniere selbst und die sich ausser durch ihre geringere Grösse von der Vorniere nur dadurch unterscheidet, dass sich ein Aufbau aus getrennten segmentalen Stücken, wie er für die Vorniere (S. 217—219) beschrieben wurde, hier nicht nachweisen lässt; obwohl die Anlage über zwei volle Somiten sich erstreckt, liessen sich doch an keiner Stelle Anschnittsbilder, vergleichbar der Fig. 6 *c*, auffinden. Selbstverständlich ist das Schicksal dieses proximalen Abschnittes des Vornierenganges ein anderes als das der Vorniere; insofern die vorhandenen Peritonealcommunicationen mit der bald erfolgenden totalen Abschnürung des Ganges von dem Mesoblast verloren gehen.

Bei den Anuren tritt, weil hier die Falte flacher ist und in ventrolateraler Richtung sich weiter ausdehnt, die Aehnlichkeit mit der Vorniere noch deutlicher hervor; ja in manchen Stadien ergeben sich so übereinstimmende Querschnittsbilder beider, dass es nicht immer leicht erscheint, die Vorniere gegen diesen proximalen Theil des Ganges abzugrenzen. Es geht dies hervor aus einem Vergleich der Figg. 15 *a* und *b* (entnommen einem Embryo von Bufo mit zwölf Somiten) mit den entsprechenden durch die Vorniere, z. B. mit Fig. 5 und 6 *b*. Man kann hier einfach das über die Vornierenfalte Gesagte für diesen Abschnitt des Ganges gelten lassen.

Die Genese des übrigen Vornierenganges bietet der Untersuchung grosse Schwierigkeiten. Vor Allem bei Triton alp., wo wegen der starken Krümmung der Embryonen der Gang sich stets nur über ein kurzes Stück *in continuo* verfolgen lässt. Wir halten uns daher in der Beschreibung dieses Abschnittes besser an Bufo cin. Zunächst mag hervorgehoben werden, dass der Gang hier ebenso wie bei den übrigen Wirbelthieren allmählich von vorn nach hinten zu sich anlegt, so dass man ihn stets an dem distalen Ende in einer jüngsten Entwickelungsstufe vorfindet. Er erscheint hier (Fig. 16) als ein platter, aus wenigen neben einander liegenden Zellen zusammengesetzter Strang, welcher dem parietalen Mesoderm nach aussen aufliegt. Ob er mit demselben an dieser Stelle verbunden ist, oder ob er ihm nur anliegt, dürfte schwer zu entscheiden sein, und damit auch die

Frage, ob er *in loco* aus dem Mesoblast hervorgeht oder durch Vermehrung seines eigenen Zellenmaterials selbstständig zwischen Ectoblast und Mesoderm nach rückwärts wächst. Der Umstand, dass das hintere Ende des Ganges stets sehr reich an Mitosen ist, spricht zu Gunsten der letzteren, schon von Gasser für Alytes ausgesprochenen Ansicht. Doch liesse sich gegen eine solche Annahme andererseits das folgende geltend machen: Man trifft im Verlaufe des in Entwickelung begriffenen Ganges wiederholt auf Strecken, innerhalb deren jede Spur seiner Anlage fehlt; man möchte an solchen Stellen nicht zweifeln, dass das hintere Ende des Ganges bereits gefunden sei, wenn nicht nach wenigen Schnitten seine Anlage wieder auftauchen würde. Auffallender Weise begegnet man dieser Erscheinung noch in verhältnissmässig späten Entwickelungsstadien, in welchen der Gang schon beginnt ein Lumen zu zeigen. Möglicherweise ist dies Phaenomen einfach dadurch bedingt, dass der in Entstehung begriffene Gang, der bei Amphibien von seiner Umgebung durch Form und Charakter seiner Zellen auch an wohl conservirten Objecten nur wenig hervorsticht, an einzelnen Stellen höchst mangelhaft abgegrenzt erscheint. Andererseits ist aber auch die Möglichkeit im Auge zu behalten, dass an solchen Stellen die Anlage des Ganges die Gestalt einer noch sehr flachen Falte der Somatopleura besitzt. Ist das letztere der Fall, so muss eine Entstehung aus dem Mesoblast an Ort und Stelle angenommen werden.

Es mag ausdrücklich bemerkt werden, dass Verfasser dem Verhalten des äusseren Keimblattes besondere Aufmerksamkeit geschenkt hat; um so mehr, als derselbe von der vorgefassten Meinung ausging, dass auch bei Amphibien eine ectoblastische Anlage des Vornierenganges sich werde nachweisen lassen. Ein solcher Nachweis ist trotz aller darauf verwendeten Mühe nicht gelungen. Hätte Verfasser als Untersuchungsobject allein Triton benützt, so würde er, in Anbetracht der hier etwas schwieriger zu beurtheilenden Verhältnisse, nicht anstehen, das mitgetheilte Resultat als ein rein negatives zu bezeichnen. Etwas klarer liegen aber die Dinge bei Bufo. Hier ist der Ectoblast zur Zeit der Entwickelung des Vornierenganges in eine Grund- und Deckschicht differencirt (vergl. Fig. 15), welche beide reich an Pigmenteinlagerungen sind und hierin in scharfem Gegensatz zu dem Mesoblast und zur Anlage des Vornierenganges selbst stehen. Die Grundschicht besteht aus einer einfachen Reihe sehr platter Zellen, und es könnte daher eine locale Verdickung derselben kaum der Aufmerksamkeit entgehen. Dass dieselbe stellenweise dem Vornierengang so dicht anliegt, dass der Eindruck einer Verschmelzung hervorgerufen wird, soll nicht in Abrede gestellt werden. Diese Erscheinung ist aber meines Erachtens lediglich dadurch mechanisch bedingt, dass der dem Mesoblast aufliegende Gang die am stärksten vorgewölbte Stelle der Unterlage darstellt. Eine Bedeutung

wäre diesem Befunde nur dann beizumessen, wenn an dem hinteren, in Entstehung begriffenen Ende des Ganges der Ectoblast eine Verdickung, oder eine Anzahl von Mitosen, oder wenigstens einige jugendliche Rundzellen zeigte. Nichts von alledem liess sich aber auffinden. Bei Triton ist die Beurtheilung deshalb schwieriger, weil der Pigmentgehalt des Ectoblast, der allerdings ziemlich beträchtlichen individuellen Schwankungen unterworfen ist, niemals die Stärke erreicht wie bei Bufo; und vor Allem weil eine scharf abgegrenzte plattzellige Grundschichte fehlt. Aus diesem Grund ist es nicht möglich, den Ectoblast von anderen Gebilden, die seiner Innenfläche dicht anliegen, also auch von dem entstehenden Vornierengang, abzugrenzen. Das Eine kann aber mit aller Bestimmtheit auch für Triton behauptet werden, dass von jenen klaren und beweisenden Bildern einer ectoblastischen Entstehung des Wolff'schen Ganges, wie sie für Selachier und Säugethiere in Gestalt einer circumscripten Anschwellung des äusseren Keimblattes in übereinstimmender Weise von einer Anzahl neuerer Autoren beschrieben und abgebildet worden sind, hier nicht im Entferntesten die Rede sein kann. Ein völlig vorurtheilsfreier Beobachter, der nicht durch die Befunde bei anderen Wirbelthieren beeinflusst ist, würde meiner Ansicht nach bei den von mir untersuchten Amphibien kaum auf den Gedanken kommen, den Vornierengang aus dem Ectoblast abzuleiten. Jene Befunde freilich mahnen zur Vorsicht und so mag es von mir noch einmal betont werden, dass die Amphibien ein für die Untersuchung dieser Verhältnisse höchst schwieriges Object sind.

Um die Beschreibung der Entwickelung des Vornierenganges mit dem gleichen Stadium abzuschliessen, wie das Capitel über die Vorniere, muss ich noch hinzufügen, dass der platte Zellstrang des Ganges sich allmählich durch Umlagerung seiner Zellen zu einem rundlichen sich gestaltet, der nun ausgesprochene Cylinderzellen zeigt. Nach totaler Abschnürung des vorderen Gangabschnittes erfolgt dann von vorn nach hinten die Canalisation der Anlage. Bei einem Embryo von Bufo mit 12 Somiten sah ich den hohlen Gang bis an die Cloake heranreichen und seitlich sich an die Wand derselben anlegen. Bei einem Embryo von 13 Somiten war dann die Eröffnung beider Gebilde, durch Resorption der trennenden Wandung erfolgt, und kann ich somit die Angabe Goette's, dass bei Bombinator die beiderseitigen Vornierengänge zuerst mit einem gemeinsamen Endstück von hinten her in die Cloake einmünden, und erst später nach Rückbildung desselben definitiv getrennt sich eröffnen, für Bufo und Rana nicht bestätigen.

Vergleichen wir zum Schluss die über die Entstehung des Vornierensystems bei Amphibien gewonnenen Resultate mit den in der Litteratur über diesen Gegenstand bisher niedergelegten Angaben. Was zunächst die

Vorniere selbst anlangt, so dürfte aus der gegebenen Beschreibung wohl zur Genüge hervorgegangen sein, dass die von Goette für die Unke beschriebene und Tafel VII, Figg. 137 und 138 abgebildete weit geöffnete Falte der Somatopleura, welche durch partielle Abschnürung von ihrer Unterlage die Vorniere liefern soll, bei Triton, Rana und Bufo nicht existirt. In späteren Stadien der Vornierenentwickelung trifft man allerdings an regelmässig wiederkehrenden Stellen, welche den Trichtern entsprechen, das Bild einer offenen Falte. Die letztere weicht aber in ihrer Form ganz beträchtlich von der für Bombinator dargestellten ab, wie aus einem Vergleich meiner Figg. 6 *e* und 12 *a* mit den Abbildungen Goette's hervorgeht. Was hingegen die Abbildungen Fürbringer's für Triton alp. und Rana temp. betrifft, so kann ich eine völlige Uebereinstimmung derselben mit den von mir gesehenen Bildern constatiren. Doch ist das von letztgenanntem Autor abgebildete jüngste Stadium schon zu weit vorgeschritten, um über die Entstehungsweise der Vorniere Aufschluss geben zu können; es ist etwas älter als dasjenige Stadium, mit welchem ich meine Untersuchungen schliesse. Ueber die vorausgegangenen Entwickelungsstadien macht Fürbringer nur ziemlich kurze, nicht mit Abbildungen versehene, Angaben, in denen er sich im Wesentlichen auf den Standpunkt Goette's stellt, durch die Annahme einer ursprünglich vorhandenen einheitlichen Längsfalte, die sich partiell abschnürt. Ich erkläre mir die ziemlich abweichenden Befunde dieser Autoren damit, dass dieselben zu einer Zeit arbeiteten, in welcher die noch weniger ausgebildete Technik die Anfertigung einer ununterbrochenen Serie hinlänglich dünner Schnitte nicht gestattete. Die Angabe Janošiks, dass die Vorniere von Triton und Bufo aus einem soliden, sich später aushöhlenden, Zellwulst hervorgeht, welcher einer „verdeckten Ausstülpung der Pleuroperitonealhöhle“ entspricht, kommt der Wahrheit insofern näher, als in der That die Anlage der Vorniere, wie wir gesehen haben, längere Zeit hindurch eine solide ist. Im Wesentlichen läuft aber auch diese Ansicht auf das Gleiche hinaus, wie die der früher genannten Autoren, da die Frage, ob eine Ausstülpung von allem Anfang an hohl oder zunächst erst solide auftritt, schon längst von der Embryologie als eine nebensächliche betrachtet wird. Auch Gasser beschreibt die Vornierenanlage von Alytes abstetricans als eine solide, in welcher später, mit dem Auftreten der Leibeshöhle, ein Lumen entsteht. Ob auch er den soliden Zellstrang als Aequivalent einer einheitlichen Längsfalte auffasst, die sich partiell abschnürt, lässt sich aus seiner Beschreibung nicht ersehen. Jedenfalls habe ich auch bei ihm vergeblich nach einer Angabe gesucht, welche darauf hinweist, dass er die von mir beschriebene Entstehungsweise im Auge hatte. Was nun diese letztere anlangt, so weist dieselbe eine vollständige Uebereinstimmung mit dem von Rückert für Selachier, von

Mihalkovics, Strahl und C. K. Hoffmann für Reptilien beschriebenen Entstehungsmodus der Vorniere. Nach der ausführlichen Darstellung Rückert's entsteht die Vorniere in Gestalt mehrerer hinter einander liegender, zunächst solider Zellenstränge, welche von den Somiten ausgehen und daher segmental angeordnet sind. Indem die Stränge sich nachträglich aushöhlen, kommen segmentale Canälchen zu Stande, deren jedes in eine Urwirbelhöhle, und mittels deren in die gemeinsame Peritonealhöhle, sich eröffnet. Durch Zusammenfluss der peripheren Enden der Canälchen entsteht ein gemeinsamer Längscanal, der die einzelnen Quercanäle aufnimmt. Ganz die gleiche Entstehungsweise ergab sich nun bei der Amphibienvorniere. Wir sehen hier ebenfalls zuerst eine solide, von dem Mesoblast ausgehende Anlage, deren Structur anfänglich schwer zu erkennen ist und erst mit dem Hohlwerden, wie bei den Selachiern, klar hervortritt. Dann finden wir, dass hier zwei resp. drei getrennte Canälchen vorhanden sind, die von den Somiten in convergenter Richtung ausgehen und sich erst nachträglich untereinander vereinigen zu einem Längscanal, von dem aus die Vornierentrichter in die Leibeshöhle führen. In einem Punkte weichen die Amphibien von Selachiern ab, dass die Vorniere mit dem Ectoblast in keine nähere Beziehung tritt. Allerdings haftet sie besonders in den Stadien, in welchen sie voluminöser erscheint, dem Ectoblast oft in auffallend inniger Weise an. Man erhält nicht selten Bilder, an denen der Ectoblast überall von seiner Unterlage abgehoben ist und nur an dieser einzigen Stelle mit ihr in Verbindung bleibt (Fig. 17). Doch lässt sich stets eine scharfe Grenze beiderlei Blätter ziehen, wenigstens bei Bufo, wo die Ectoblastelemente durch ihren Pigmentgehalt deutlich gekennzeichnet sind. Nirgend habe ich hier im Bereiche der Vorniere eine Verdickung des Ectoblast oder sonstige Merkmale, die auf eine Betheiligung des äusseren Keimblattes am Aufbau der Vorniere schliessen liessen, gefunden.

Was die weitere Ausbildung des Vornierensystems betrifft, so habe ich dieselbe, so weit ich sie verfolgt habe, wie schon erwähnt, in völlig übereinstimmender Weise mit den sehr eingehenden Angaben Fürbringer's gefunden. Nur was die erste Entstehung des ventralen Theiles anlangt, muss ich von der Darstellung des genannten Autors abweichen. Nach Fürbringer sondert sich die gemeinsame Vornierenfalte in zwei hintereinander gelegene Abschnitte, von denen der proximale zum dorsalen, der distale zum ventralen Theil der Vorniere wird. Nach meinen Befunden entsteht der ventrale Theil nicht hinter der Vorniere, sondern im Bereiche dieser selbst. Er stellt ein kleineres laterales Stück der gemeinsamen Anlage vor, welches unmittelbar hinter dem ersten Trichter beginnt. Dieser Theil schnürt sich in proximaler Richtung von seiner Unterlage ab und bleibt in Folge dessen nicht mit dem distalen, sondern zunächst mit dem

proximalen Ende der Vorniere in Verbindung. Diese Verbindungsstelle rückt dann, vielleicht in Folge des Zuges, den der sich windende ventrale Theil ausübt, allmählich weiter nach rückwärts.

Eine Entstehung des Vornierenganges aus dem Ectoblast konnte, wie S. 226 und 227 ausgeführt wurde, nicht nachgewiesen werden. Leider sind die Angaben von Perenyi und Brook, welche eine solche Entstehungsweise auch für Amphibien angeben, zu kurz gehalten, als dass sie mir irgendwie ermöglichen zu eruiren, wodurch unsere Meinungsverschiedenheit bedingt ist. Vorläufig muss ich mich daher jenen älteren Autoren anschliessen, welche für die Amphibien den Gang aus dem Mesoblast herleiten. Namentlich möchte ich mich Gasser anschliessen, insofern derselbe in Bezug auf die Genese einen proximalen von einem distalen Abschnitt unterschieden wissen will. Bei der Entstehung des ersteren hält er eine „Betheiligung des Mesoderms nicht ausgeschlossen." Ich möchte diesen Satz nur dahin schärfer formuliren, als ich für diesen Theil, welcher sich nach meinen Beobachtungen über zwei Somiten hinter der Vorniere erstreckt, eine directe Entstehung aus dem Mesoblast für zweifellos halte. Ob der grössere distale Abschnitt des Vornierenganges in der gleichen Weise aus dem anliegenden Mesoblast entsteht oder, wie Gasser will, durch distal fortschreitendes Wachsthum des vorderen Theiles, möchte ich nicht entscheiden.

Vorliegende Arbeit wurde im Institute des Hrn. Professor Dr. Ruedinger ausgeführt, und spreche ich meinem hochverehrten Lehrer für das freundliche Entgegenkommen meinen wärmsten Dank aus. In gleicher Weise Hrn. Privatdocenten Dr. Rückert für die in liebenswürdigster Weise gewährte Unterstützung.

Eine vorläufige Mittheilung über die Untersuchungsresultate wurde von Hrn. Privatdocent Dr. Rückert in der Gesellschaft für Morphologie und Physiologie zu München (Sitzung vom 21. Mai 1889) gegeben.

Zusammenfassung der Resultate.

Die erste Anlage der Vorniere von Triton alp. findet sich bei einem Embryo von drei Somiten.

Dieselbe erscheint hier, wie auch bei Rana und Bufo, in Gestalt einer soliden Verdickung des parietalen Mesoblast, zwischen Urwirbeln und Seitenplatte.

Nachdem diese Verdickung (Segmentalwulst) ihre volle Grösse erreicht hat, beginnt in derselben die erste Spur eines Lumens sichtbar zu werden und man erkennt dann, dass dieselbe aus zwei, resp. drei segmentalen Abschnitten sich aufbaut, die als Ausstülpungen der entsprechenden Somiten, in deren Bereich sie liegen, erscheinen.

Jede von diesen Ausstülpungen (Divertikel) mündet mit einem Trichter in den ventralen Abschnitt einer Urwirbelhöhle, da wo dieselbe in die unsegmentirte Leibeshöhle übergeht.

Die peripheren Enden der Divertikel, die in convergenter Richtung von den Somiten ausgehen, verschmelzen zu einem gemeinschaftlichen Längscanal, von dem die zwei oder drei Peritonealcommunicationen ausgehen und der sich in den ventralen Theil der Vorniere (Fürbringer) fortsetzt.

Bei einem Embryo von Triton waren beiderseits drei Vornierentrichter vorhanden.

Der ventrale Theil entsteht aus einem, von der gemeinsamen Vornierenanlage abgeschnürten kleineren ventrolateralen Abschnitt, der bloss an seinem vordersten Ende mit dem vorerwähnten Horizontalcanal des dorsalen Theiles der Vorniere in Communication bleibt. Dieses, ursprünglich gerade gestreckte Canalstück gestaltet sich später zu einem bogenförmigen um und windet sich schliesslich zu einer S-förmigen Schleife, die an ihrem distalen Ende in den Vornierengang übergeht.

Der Ectoblast hat an dem Aufbau der Vorniere bei den untersuchten Amphibien keinen Antheil.

Von dem Vornierengang nimmt ein vorderer Abschnitt, der im Bereiche der zwei auf die Vorniere folgenden Somiten zur Entwickelung gelangt, seine Entstehung aus dem parietalen Mesoblast.

Ueber die Entstehungsweise des distalen Abschnittes vermag ich keine so bestimmte Angabe zu machen. Ob das jeweilige distale Ende des Ganges dem parietalen Mesoblast aufliegt oder mit ihm verbunden ist, das heisst, ob er im Bereiche dieses Abschnittes frei nach hinten wächst, oder aber *in loco* aus dem Mesoblast hervorgeht, konnte nicht mit Sicherheit entschieden werden; doch scheint das Erstere wahrscheinlicher.

Befunde, auch nur annähernd ähnlich denen, wie sie für Selachier und Säugethiere von neueren Autoren als Beleg für die ectoblastische Entstehung des Vornierenganges beschrieben und abgebildet wurden, konnten bei den untersuchten Amphibien nicht aufgefunden werden.

Litteraturverzeichniss.

1. **Beard**, On the origin of the segmental duct in Elasmobranchs. *Anatomischer Anzeiger*. 1887. Bd. II.

2. **Bonnet**, Ueber die ectodermale Entstehung des Wolff'schen Ganges bei den Säugethieren. *Sitzungsberichte der Gesellschaft für Morphologie und Physiologie in München*. 1887. Hft. 2.

3. **Brook**, Note on the Epiplastic Origin of the Segmental Duct in Teleostean Fishes and in Birds. *Proceedings of Royal Society of Edinburgh*. 1887. Vol. XIV.

4. S. F. **Clarke**, The early Development of the Wolffian body in Amblystoma punctatum. *Studies Biolog. laborat. Johns Hopkins Univ*. 1881. Vol. II. Nr. 1.

5. **Duval**. *Sur le development de l'Appareil genito urinaire de la grenouille*. Montpellier 1882. (Citirt nach dem *Jahresbericht der zoologischen Station zu Neapel*.)

6. **Fleischmann**, Zur Entwickelungsgeschichte der Raubthiere. *Biologisches Centralblatt*. 1887. Bd. II.

7. **Flemming**, Die ectoblastische Anlage des Urogenitalsystems beim Kaninchen. *Dies Archiv*. 1886.

8. **Fürbringer**, Zur vergleichenden Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Excretionsorgane der Vertebraten. *Morphologisches Jahrbuch*. 1878. Bd. IV. Hft. 1.

9. **Gasser**, *Die Excretionsorgane des Alytes obstetricans*.

10. **Goette**, *Die Entwickelungsgeschichte der Unke*. Leipzig 1875.

11. **Haddon**, Suggestion respecting the epiblastic origin of the segmental duct. *Proceedings of Royal Dublin Society*.

12. **Hensen**, Beobachtungen über die Befruchtung und Entwickelung des Meerschweinchens und Kaninchens. *Dies Archiv*. 1875.

13. O. **Hertwig**, *Die Entwickelung des mittleren Keimblattes der Wirbelthiere*. Jena 1881.

14. **Derselbe**, *Lehrbuch der Entwickelungsgeschichte des Menschen und der Wirbelthiere*.

15. C. K. **Hoffmann**, Zur Entwickelungsgeschichte der Urogenitalorgane bei den Reptilien. *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*. 1889. Bd. XLVIII.

16. **Janošik**, Histologisch-embryologische Untersuchungen über das Urogenitalsystem. *Sitzungsberichte der königl. Akademie der Wissenschaften*. 1885. Bd. XCI. Abthlg. III.

17. **Lockwood**, The development and transition of the testis, normal and abnormal. *Journal of Anatomy and Physiology*. London, Juli 1887. Vol. XXI.

18. **Martin**, *Ueber die Anlage der Urniere beim Kaninchen*. Marburg 1888.

19. **Mihalkowics**, Entwickelung des Harn- und Geschlechtsapparates. *Internationale Monatsschrift für Anatomie und Histologie*. 1885. Bd. II.

20. Mitsukuri und Ischikava, The ectoblastic origin of the Wolffian duct in Chelonia. *Zoologischer Anzeiger.* 1888. Nr. 273.

21. Ostroumoff, Zur Entwickelungsgeschichte der Eidechsen. *Zoologischer Anzeiger.* 1888. Nr. 292.

22. Perényi, Die ectoblastische Anlage des Urogenitalsystems bei Rana esculenta und Lacerta viridis. *Zoologischer Anzeiger.* 1887. N. 243.

23. Rückert, Ueber die Entstehung der Excretionsorgane bei Selachiern. *Dies Archiv.* 1888.

24. Derselbe, Ueber die Entstehung des Vornierensystems bei Triton, Rana und Bufo. Gesellschaft für Morphologie und Physiologie in München. *Münchener medicinische Wochenschrift.* 1889. Jahrg. 36. Nr. 30.

25. Ryder. Note au résumé du travail de Haddon. *Americ. Natural.* 1887. Vol. 21 (Citirt nach dem *Jahresberichte der zoologischen Station zu Neapel.*)

26. Scott and Osborn, On some Points of the Early Development of the *Common Newt. Quarterly Journal of microsc. Science.* New. Series. 1879. Vol. XIX.

27. Selenka, Der embryonale Excretionsapparat des kiemenlosen Hylodes martinicensis. *Sitzungsberichte der königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin.* 1882.

28. Shipley, On some points in the development of Petromyzon. *Quarterly Journal of microsc. Science.* 1887. Vol. XXVII.

29. Graf Spee, Ueber directe Betheiligung des Ectoderms an der Bildung der Urnierenanlage des Meerschweinchens. *Dies Archiv.* 1884.

30. Derselbe, Ueber weitere Befunde zur Entwickelung der Urniere. *Mittheilungen des Vereins Schleswig-Holsteinischer Aerzte.* (*Jahresberichte.*) 1886.

31. Strahl, Ueber den Wolff'schen Gang und die Segmentalbläschen bei Lacerta. *Sitzungsberichte der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften zu Marburg.* 1886.

32. van Wijhe, Die Betheiligung des Ectoderms an der Entwickelung des Vornierenganges. *Zoologischer Anzeiger.* 1886. Nr. 236.

33. Derselbe, Ueber die Entwickelung des Excretionssystems und anderer Organe bei Selachiern. *Anatomischer Anzeiger.* 1888. Nr. 2 und 3.

34. Derselbe, Ueber die Mesodermsegmente des Rumpfes und die Entwickelung des Excretionssystems bei Selachiern. *Archiv für mikroskopische Anatomie.* 1889. Bd. XXXIII.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. XI u. XII.)

ch = Chorda.
d = Darm.
dv_1—dv_2 = Erstes und zweites Vornieren-divertikel.
ec = Ectoblast.
m = Mesoblast.
mr = Medullarrohr.
ph = Peritonealhöhle.
pp — Parietales Peritoneum.
pu = Parietale Urwirbelwand.
pv = Pariet. Blatt der Vornierenfalte.
s = Somit.
s_1—s_3 = Erster bis dritter Somit im Bereiche der Vorniere.
sw = Segmentalwulst.
tr_1—tr_2 = Erster und zweiter Vornieren-trichter.
uh = Urwirbelhöhle.
vg = Vornierengang.
vl = Lumen der Vorniere.
vp = Viscerales Peritoneum.
vt = Ventraler Theil der Vorniere.
vt_1 = Aufsteigender Schenkel des ventralen Theiles.
vu = Viscerale Urwirbelwand.
vv = Viscerales Blatt der Vornierenfalte.

Fig. 1. Querschnitt durch einen Embryo von Triton mit zwei Urwirbeln, entsprechend einem Stadium, in welchem noch keine Spur einer Vorniere sich findet.

Fig. 2. Querschnitt durch einen Embryo von Triton mit drei Urwirbeln und der ersten Anlage der Vorniere.

Fig. 3. Querschnitt durch die Vornierenregion eines Tritonembryo mit sieben Somiten.

Fig. 4. Querschnitt durch die Vorniere eines Embryo von Triton mit acht Urwirbeln.

Fig. 5. Querschnitt durch einen Embryo von Triton mit zehn Somiten und deutlicher Vornierenfalte.

Fig. 6 a bis e. Fünf Querschnitte durch die Vorniere eines Tritonembryo von zehn Somiten.

Fig. 6 a. Proximales Ende der Vorniere. Erster Trichter.

Fig. 6. b Mitte des ersten Divertikels.

Fig. 6 c. Trifft die Somiten wie das Divertikel im Anschnitt.

Fig. 6 d. Mitte des zweiten Divertikels.

Fig. 6 e. Distales Ende der Vorniere. Zweiter Trichter.

Fig. 7. Horizontaler Längsschnitt durch die Vorniere eines Tritonembryo mit zehn Somiten.

Fig. 8. Horizontaler Längsschnitt durch die Vorniere entsprechend einem Embryo von Rana mit 10 Somiten.

Fig. 9 a und b. Zwei horizontale Längsschnitte eines Bufoembryo mit zwölf Somiten. Illustrirend die Lage der Trichter und die der drei Divertikel zu einander und zu den Somiten.

Fig. 10 a bis e. Fünf aufeinanderfolgende horizontale Längsschnitte durch einen Embryo von Triton mit zwölf Somiten (zwischen d und e sind vier Schnitte nicht abgebildet), um die noch getrennten Divertikel und den Zusammenhang des ersten mit dem ventralen Theil zu demonstriren.

Fig. 11. Sagittaler Längsschnitt durch eine plastische Reconstruction der Vorniere, entsprechend dem Embryo der Fig. 10 vom Ectoblast aus gesehen. Von den beiden hier noch getrennten Vornierendivertikeln communicirt das vordere mit dem ventralen Theil, der in den Vornierengang übergeht. Wir sehen ferner die beiden Trichter im Bereiche der Somiten 1 und 2 sich eröffnen. Die Urwirbel, von oben gesehen, sind getrennt dargestellt, doch vereinigen sich dieselben in der Höhe der Vorniere zur gemeinsamen Seitenplatte.

Fig. 12. Vier Querschnitte durch die Vorniere eines Embryo von Triton mit 14 Somiten.

Fig. 13. Querschnitt durch die erste Anlage des Vornierenganges bei einem Embryo von Triton mit 7 Somiten. Der Gang erstreckt sich über zwei Segmente hinter der Vorniere.

Fig. 14 a bis c. Drei Querschnitte durch den Vornierengang (Embryo von Triton mit 10 Somiten) im Bereiche des auf die Vorniere folgenden Segmentes. Gang über vier Somiten zu verfolgen.

Fig. 15 a und b. Zwei Querschnitte durch den Vornierengang von Bufo im Bereiche des zweiten Somiten hinter der Vorniere (Embryo von 12 Somiten.) Der Gang erstreckt sich über fast sieben Segmente.

Fig. 16. Querschnitt durch das distale Ende des Vornierenganges (derselbe ist über sechs Somiten zu verfolgen) eines Embryo von 11 Somiten.

Fig. 17. Querschnitt durch die Vorniere eines Embryo von Bufo, bei welchem die Grundschichte des Ectoderms abgehoben ist und der Vorniere dicht anliegt.

Zur Entwickelung des Conjunctivalsackes.

Von

H. Seiler,
Assistenten am anatomischen Institut in Marburg.

(Hierzu Taf. XIII.)

Es ist bekannt, dass bei den Säugethieren eine Reihe von Sinnesorganen zeitweilig während des Embryonallebens durch einen Epithelialverschluss nach aussen abgeschlossen wird. Am auffälligsten sind in dieser Beziehung die Embryonen des Opossums, von denen Selenka in seinen Studien über die Entwickelungsgeschichte der Thiere, Tafel XXX, eine Abbildung gegeben hat.

Ueber den Verschluss speciell des Auges haben bereits eine Reihe älterer Autoren Untersuchungen veröffentlicht und neuerdings hat sich namentlich v. Evetzky eingehend mit dem Verschluss und der Lösung der Augenlider bei Embryonen, vorwiegend vom Rinde, beschäftigt.

Da es wahrscheinlich ist, dass bei dem im übrigen verschiedenen Verhalten der Augenlider bei erwachsenen Thierformen auch in der Entwickelung sich Unterschiede finden werden, so habe ich eine Anzahl von Säugethierembryonen auf die in Rede stehenden Vorgänge untersucht. Es fand sich hierbei die eben geäusserte Vermuthung bestätigt, indem beim Schluss der Augenlider mannigfache Verschiedenheiten vorkommen. Ich habe dann weiterhin auch die Lösung des Augenlides untersucht und namentlich die histologischen Vorgänge, welche sich dabei abspielen, genauer festzustellen versucht.

Da ich Gelegenheit hatte, einige Entwickelungsstadien von Embryonen der Ringelnatter zu bekommen, so habe ich die entsprechenden Verhältnisse bei dieser ebenfalls theils an ganzen Praeparaten, theils an Schnittreihen

untersucht, und wenn auch eine vollständige Reihe von Entwickelungsstadien sich bei diesem Thier nicht beschaffen liess, so glaube ich doch um so eher eine Darstellung dessen, was ich hier beobachtete, anschliessen zu können, als einmal nach dieser Richtung kaum Untersuchungen aus neuerer Zeit vorliegen, sondern unsere Kenntnisse sich wesentlich auf das beschränken, was Rathke vor nunmehr fünfzig Jahren in seinen Untersuchungen über die Entwickelung der Natter festgestellt hat, und andererseits die Augen des erwachsenen Thieres Eigenthümlichkeiten genug bieten, um zu einer Prüfung der Entwickelungsvorgänge Veranlassung zu geben.

Verschluss der Augenlider bei Säugethierembryonen.

Ueber den Schluss der Augenlider bei menschlichen Embryonen hat Donders[1] festgestellt, dass die beiden Lider durch Epidermiszellen untereinander verbunden sind und zwar sind es nach ihm Zellen, welche dem Rete Malpighi entsprechen; verhornte Zellen, giebt er an, fehlen bei den verwachsenen Augenlidern, doch sind die Zellen in der Mitte etwas flacher.

Die eingehendsten Untersuchungen rühren, wie erwähnt, von v. Evetzky her. v. Evetzky[2] hat namentlich an Embryonen des Rindes gearbeitet und findet, dass bei diesem ein breiter epithelialer Wulst am Rande des Augenlides die Einleitung zu dem Verschlusse giebt. Es geht dieser Verschluss beim Rinde dann so weiter, dass er von den beiden Augenwinkeln aus nach der Mitte vorschreitet, ohne dass die Lider mit ihren freien Rändern sich einander erheblich nähern, so dass schliesslich nicht eine spaltförmige, der Lidspalte ähnliche, sondern eine rundliche Oeffnung übrig bleibt, die dann allmählich ebenfalls sich verschliesst. Kölliker[3] hat diese Beobachtung bestätigt und fügt weiter hinzu, dass ähnliche Verhältnisse beim Kaninchen am neunzehnten Tage statt haben, während er am achtzehnten Tage hiervon noch nichts findet; am zwanzigsten verwachsen die Lider beim Kaninchen bereits miteinander.

Die eigenthümliche Form der Augenlider beim erwachsenen Maulwurf veranlasste mich, den Schluss derselben bei Embryonen dieses Thieres nachzusehen. Die betreffenden Embryonen waren zumeist in Kleinenberg'scher Pikrinschwefelsäure fixirt und dann mit Alkohol nachbehandelt.

Bei Maulwurfsembryonen von etwa 9 ^{mm} Scheitel-Steisslänge ist von den Augenlidern noch wenig entwickelt. Das Pigment des Auges ist zu dieser Zeit bereits vollständig angelegt, die foetale Augenblasenspalte schon

[1] Donders, Untersuchungen über die Entwickelung und den Wechsel der Cilien. *Archiv für Ophthalmologie*. Bd. IV. Abthlg. I.

[2] *Archiv für Augenheilkunde*. Bd. VIII.

[3] Vergl. *Entwickelungsgeschichte des Menschen*. 2. Aufl. S. 698 und *Grundriss der Entwickelungsgeschichte*. 2. Aufl. S. 301.

bei schwacher Lupenvergrösserung sichtbar. Die Eigenart in der späteren Ausbildung des Auges erscheint bereits in dieser Zeit bemerkbar, indem das Auge erheblich kleiner ist als z. B. bei Nagerembryonen aus entsprechender Entwickelungszeit.

Embryonen von 13 mm Länge zeigen schon eine nicht unbeträchtliche Entwickelung der Augenlider. Das dunkel pigmentirte Auge scheint durch eine 0·3 mm Durchmesser besitzende Oeffnung nach aussen durch und liegt, soweit man von aussen mit der Lupe es beurtheilen kann, ziemlich genau mitten unter derselben.

Während man bei den meisten bis jetzt untersuchten Thierformen (Nager, Wiederkäuer, Mensch) in der Zeit des Schlusses der Lidspalte an einer Epithelialnaht auch von aussen her bei der Betrachtung mit der Lupe die bereits verschlossene Stelle erkennt, sieht man beim Maulwurf hiervon nichts.

Was den histologischen Bau der Lider anlangt, so findet man stets die sternförmigen Zellen des embryonalen Bindegewebes. Eine Differenzirung des Gewebes ist noch nicht angedeutet, nur hier und da ragen in diese homogene Gewebsmasse die bereits angelegten Haare hinein.

Embryonen von 18 mm Länge lassen nur eine feinste rundliche Oeffnung noch erkennen. Das Pigment des Auges schimmert durch die dünne, über ihm liegende Haut durch und so erkennt man, dass diese letzte unmittelbar vor dem Verschluss vorhandene Oeffnung nicht wie die grössere im vorhergehenden Stadium vor der Mitte des Auges liegt, sondern vielmehr nach vorn und oben bis an den Rand des durchscheinenden Pigmentringes verschoben ist. Man erklärt sich diese Erscheinung am besten, wenn man annimmt, dass der Verschluss wesentlich auf Kosten der unteren und lateralen Theile des Lides zu Stande kommt, denn eine Verschiebung der Oeffnung vor dem Auge entlang unter gleichzeitigem, gleichmässigem Wachsthum der beiden Lider lässt sich nicht nachweisen.

Bemerkenswerth ist ausserdem, dass die Haaranlagen bei diesen Embryonen sich demgemäss über das ganze Auge herüberziehen.

Bei Embryonen von 22 mm Länge ist die Verschlussstelle noch eben an einer Vertiefung der freien Epidermisfläche von aussen her kenntlich. Bei Embryonen von etwa 24·5 mm Länge ist auch diese nicht mehr sichtbar.

Eine Reihe von Durchschnittspraeparaten, welche von Maulwurfsembryonen angefertigt wurden und zumeist in Serien bestehen, deren Schnittrichtung senkrecht auf die Lider geführt wurde, ergiebt, dass es entsprechend dem makroskopischen Bilde zur Entwickelung einer Lidnaht nicht kommt. Es besteht der Vorgang der Verwachsung vielmehr darin, dass die Epithelränder der stets rundlichen Lidöffnung einander beständig näher rücken, dass also

demgemäss diese Oeffnung beständig kleiner wird, ohne dass es zur Ausbildung einer eigentlichen Naht kommt.

Betrachten wir Durchschnittsserien von Embryonen aus dem ersten Stadium, so finden wir, dass die Lider noch nirgends über den Bulbus hervorragen, sondern denselben von allen Seiten wie ein Wall gleichmässig umgeben. Der Conjunctivalsack ist demgemäss noch relativ seicht und zeigt sich auf dem Durchschnitt als eine von vorne nach hinten ziemlich gerade verlaufende Spalte mit weiter Mündung gegen die Oberfläche. Trotzdem die Lider noch so wenig entwickelt sind, zeigt sich doch schon jetzt die Tendenz, über den Bulbus sich hinüberzulegen, indem die Spitze, resp. der Rand nach innen etwas eingeknickt ist; es gilt dies namentlich für die hintere untere Parthie dieses Walles.

Durchschnittsserien von Embryonen, die etwa dem zweiten oben beschriebenen Stadium entsprechen, lehren, dass bereits in dieser frühen Entwickelungszeit es zu einem erheblichen Ueberwiegen in der Grösse des unteren Augenlides kommt. Es stellt das obere Augenlid (Fig. 1) nur eine ganz kurze Hervorragung dar, sitzt aber mit breiter Basis nach oben hin auf, während das untere, verhältnissmässig dünne, das obere um etwa das Dreifache übertrifft. Bemerkenswerth ist dabei, dass trotzdem der Unterschied in der Grösse der Conjunctivalsäcke äusserst gering ist; demgemäss reicht der obere Conjunctivalsack nicht unbeträchtlich weiter nach hinten über den Bulbus hinüber, als der untere.

Eine Verdickung des vorderen Cornealepithels, wie Kölliker eine solche für die Schlussstelle beim Kaninchen beschreibt, habe ich in irgend welcher beträchtlicherer Ausdehnung bei meinen Praeparaten nicht gefunden.[1]

In einem älteren, etwa dem dritten Stadium entsprechenden Entwickelungszustand ist vor der Mitte des Auges der Verschluss durch das Epithel der Lider bereits eingetreten. Die Verschlussstelle ist, wie wir schon mit Lupenvergrösserung von aussen haben constatiren können, nach vorne und oben gerückt und besteht aus einem etwa 0·1 ^{mm} im Durchmesser haltenden Epithelialpfropfe. Dieser Epithelialpfropf erstreckt sich in der angegebenen Dicke durch den ganzen Raum zwischen den beiden Lidrändern, wobei seine mikroskopischen Durchschnittsbilder auch annähernd dieselbe Breite zeigen. Nasalwärts schwindet das Epithel plötzlich und es tritt wieder die allgemeine Hautbedeckung über das Auge. Occipitalwärts geht dieser Uebergang nur allmählich vor sich. Es treten zuerst die äusseren Lidkanten mit ihrem

[1] Ich finde bei einzelnen Durchschnitten aus den verschiedenen Entwickelungsstadien eine Verklebung zwischen hinterem Lidrande und vorderer Bulbusfläche, von der schwer zu sagen ist, ob sie natürlich ist, oder durch die Behandlung hervorgerufen wurde (Vergl. Fig. 1 *c*.).



Epithel zusammen, während der Epithelialverschluss nun die Form eines Dreieckes annimmt, dessen Höhe um so geringer wird, je mehr wir von der Verschlussstelle gegen das Hinterende des Kopfes gehen, bis zuletzt auch hier wieder das Auge von einer gleichmässigen Hautdecke überbrückt wird.

An einem der vorderen Schnitte sieht man eine seichte Einziehung der Oberfläche und von dieser aus eine äusserst feine Spalte durch den Epithelpfropf ziehen. Es sind also im betreffenden Entwickelungszustand die Lider bis auf eine äusserst feine Oeffnung geschlossen durch eine Epithelmasse, welche nach vorne (nasaler Augenwinkel) scharf gegen die häutige Bedeckung des Auges abschneidet, nach hinten aber sich unter dieser Bedeckung noch hinzieht und erst nach und nach, sich immer mehr verjüngend, verschwindet.

Bemerkenswerth ist in dieser Zeit eine auffallende Drehung des ganzen Bulbus nach oben, so dass, trotzdem die Verschlussstelle bedeutend nach oben und vorne gerückt ist, die Linse ziemlich genau derselben gegenüber zu stehen kommt. Mit dieser Drehung des Bulbus nach oben geht Hand in Hand eine Aenderung der Verhältnisse zwischen dem Bulbus und dem oberen und unteren Conjunctivalsacke. Der Unterschied in der Form und Länge der Lider, wie er im zweiten Stadium beschrieben wurde, besteht auch hier noch. Der untere Conjunctivalsack reicht jedoch jetzt ebenso weit über den Bulbus nach rückwärts, wie der obere, an den seitlichen Parthieen sogar der erstere weiter als letzterer. Es erklärt sich dies sehr einfach durch die Drehung des Bulbus nach oben, wodurch die vorderen oberen Partieen nach rückwärts verlegt, der Conjunctivalsack also so zu sagen vorgeschoben wird, während beim unteren Conjunctivalsack genau das Umgekehrte der Fall ist.

Bei Durchschnitten durch Embryonen vom vierten Entwickelungsstadium findet man, dass die Verschlussstelle noch weiter nach vorne gerückt ist.

Schon bei den äussersten Schnitten, die das Auge getroffen, kommt man auf den Epithelpfropf. Von einer Oeffnung ist nichts mehr zu sehen, der Pfropf selbst ist bedeutend kleiner geworden und misst 0·05 ^{mm} im Durchmesser. Nach vorne zeigt er eine Einziehung, die nur der Oberflächenvertiefung entsprechen kann, welche wir schon makroskopisch erkannt haben. Occipitalwärts zieht sich die Epithelmasse auch noch eine Strecke unter der Haut hin, verschwindet aber viel eher, als beim früheren Stadium. Das obere Lid ist bedeutend kürzer geworden, die Schleimhautseite steht beinahe senkrecht zur äusseren Oberfläche. Das Auge liegt in einer Grube, die auf der einen Seite (vorne oben) senkrecht abfällt, auf der anderen durch das untere Lid bedeckt wird; es steht daher auch der obere Conjunctivalsack fast senkrecht zur Oberfläche, während der untere sich mehr

parallel unter ihr herzieht. Die Beziehungen zwischen Bulbus und Conjunctiva sind so ziemlich dieselben geblieben.

Erwähnenswerth scheint mir eine Verdickung der überbrückenden Hautdecke zu sein, welche schon zu sehen ist bei Schnitten, die noch durch die Mitte des Auges gehen. Weiter nach hinten nimmt dieselbe bedeutend zu, so dass das Auge zu einem grösseren Theil nach aussen abgeschlossen ist durch eine dicke Gewebsplatte.

Endlich habe ich die besprochenen Vorgänge noch bei einem zum Wurfe reifen Embryo untersucht und im Allgemeinen dieselben Verhältnisse gefunden. Das Auge scheint noch etwas tiefer unter der Haut zu liegen, als beim vorhergehenden Stadium. Die Verschlussstelle ist nicht weiter vorgerückt, der Epithelpfropf selbst zeigt ungefähr dieselben Dimensionen. Daraus glaube ich schliessen zu dürfen, dass wir mit den beiden letzten Stadien einen Zustand erreicht haben, der, was wenigstens die Lider betrifft, bestehen bleibt bis zur Geburt, beziehungsweise bis zur Lösung der Lider.

Es ist nach Untersuchungen von Leydig[1] bekannt, dass die Linse des erwachsenen Maulwurfes Eigenthümlichkeiten in ihren Structurverhältnissen bietet. In einer vor Kurzem erschienenen Arbeit von Hess finden sich eine Reihe sorgfältiger Beobachtungen ebenfalls über die Linse des erwachsenen Maulwurfes und citirt Hess ausserdem Mittheilungen von Kadyi über das Maulwurfsauge, welche, in polnischer Sprache geschrieben, uns nicht zugänglich waren; wir folgen daher in dieser Beziehung den Angaben von Hess, der auch ferner die Beobachtungen von Ciaccio citirt. Es sind die verschiedenen Autoren über die Deutung der Bilder, die man bei der Linse des erwachsenen Maulwurfes findet, nicht einig. Kadyi nimmt an, dass die normale Bildung der Linsenfasern durch die Kleinheit des Organes verhindert würde, was Hess mit Recht durch den Hinweis auf Entwickelungszustände der Kaninchenlinse bestreitet, da er angiebt, dass bei dem Kaninchenembryo bei gleicher Grösse der Linse, wie sie der erwachsene Maulwurf besitzt, bereits deutlich entwickelte Fasern vorhanden seien. Leydig und Ciaccio halten den Zustand für embryonal, während Hess selbst die Erscheinung als eigenartig aufgefasst haben will und es für wünschenswerth erklärt, zur Deutung derselben die Entwickelungsgeschichte von Talpa herbeizuziehen.

Der letzte Autor auf diesem Gebiet, C. Kohl,[2] schliesst sich in den wesentlichen Punkten Hess an und betont nur mit Recht Hess gegenüber

[1] *Dies Archiv.* 1856. S. 346.

[2] *Zoologischer Anzeiger.* Nr. 312.

das Vorkommen von Linsenfasern, die der Letztere in seiner Figur eigentlich gezeichnet hat. Auch Kohl erklärt die Frage, ob die Linse als embryonal geblieben aufzufassen sei, nur auf entwickelungsgeschichtlichem Wege entscheidbar.

Ich habe nun einmal Gelegenheit gehabt, an den Augen des erwachsenen Maulwurfes die Angaben von Hess controlliren zu können und finde sie, was die Linse anlangt, in den wesentlichen Punkten richtig. Ich wollte aber dann nicht unterlassen, das mir zur Verfügung stehende entwickelungsgeschichtliche Material zu benutzen, um zu controlliren, ob nach dieser Richtung bereits während der Entwickelungsperiode Eigenthümlichkeiten vorhanden sind.

Was die erste Anlage der Linse betrifft, so weicht dieselbe nur wenig von dem ab, was wir von der Linse anderer Säuger kennen. Es sind nur die Verhältnisse der einzelnen Augenabschnitte vielleicht etwas andere, als z. B. beim Kaninchenembryo. Das Auge des Maulwurfes ist bereits in frühester Zeit durch seine geringe Grösse vor den Augen anderer Säugethierembryonen ausgezeichnet; man würde aus diesem Umstand allein Durchschnitte durch die Augen von Maulwurfsembryonen als solche erkennen können. Diese Kleinheit kommt auf Rechnung der Wand der secundären Augenblase; auch der Glaskörperraum in dieser bei der Einstülpung der Blase bleibt verhältnissmässig schmal, die Linse dagegen ist wohl grösser, als man erwarten sollte. Den eigenthümlichen Zellpfropf, den man am Boden der in Einstülpung begriffenen Säugethierlinse kennt, habe ich bis jetzt beim Maulwurf vergeblich gesucht. Nur einige krümliche Zellreste am Rande der Eingangsöffnung in die Linsengrube erinnern daran, dass er auch hier vielleicht vorhanden ist, aber entweder leicht zerstört wird oder frühzeitig vergeht. Sobald die Linsengrube zur Blase geschlossen ist, wachsen die Zellen der hinteren Wand in bekannter Weise zu schmalen, ganz gleichmässig gebauten Linsenfasern aus und es bietet die Linse in dieser Zeit Eigenthümlichkeiten nur in der Anordnung der Kernzone in der hinteren Wand (Fig. 3). Diese Kernzone ist dicker, als man sie bei anderen Säugethierembryonen zu entsprechender Zeit findet und hier und da liegen einzelne Kerne verhältnissmässig weit nach vorne und hinten in den Linsenfasern. Im übrigen aber ist das Bild ein ganz gewöhnliches; demgemäss können auch wir auf Grund unserer Untersuchungen an Embryonen die Vermuthung von Hess durch die Beobachtung begründen, dass die Eigenart der späteren Zeit kein Stehenbleiben auf früherer Entwickelungsstufe ist.

Die Veränderungen, welche man beim erwachsenen Maulwurfe gegenüber den früheren Entwickelungsstadien findet, müssen demgemäss secundäre Erscheinungen sein. Die Untersuchung der älteren Embryonen lehrt, dass sie allerdings bereits in embryonaler Zeit vor sich gehen.

Es besteht der Unterschied in dem Bau der Linse bei Augen älterer Embryonen gegenüber anderen Säugethierformen wesentlich in zwei Punkten, einmal wachsen namentlich die kurz angelegten Fasern weiterhin nicht mehr wesentlich in die Länge und andererseits vertheilen sich die Kerne der an und für sich schon breiten Kernzone in der fortschreitenden Entwickelung durch den gesammten mittleren Linsenabschnitt; dabei tritt, wie es scheint, ebenfalls schon in embryonaler Zeit eine Sonderung der Kerne in kleinere Gruppen ein, indem, ähnlich wie man es bei dem erwachsenen Thiere sehen kann, eine Gruppe von Kernen an dem hinteren Linsenpol sich ansammelt, während eine zweite durch einen mehr oder weniger breiten Zwischenraum von ihr getrennte sich wie eine Schale über diese erste hinüberlegen kann. Was die eigenthümlichen Verbreiterungen anlangt, welche an Linsenfasern des erwachsenen Maulwurfes vorkommen, und welche Hess richtig abgebildet hat, so habe ich von diesen auch bei den ältesten Embryonen, welche ich bis jetzt untersuchte, nichts vorgefunden. Es würde sich also hier um eine Erscheinung handeln, welche entweder erst in spätester embryonaler Zeit oder bald nach der Geburt auftritt.

Die Lösung der Augenlider.

Während nach v. Ammon die Lösung der Lider auf einem Resorptionsvorgang beruhen soll, hat Schweigger-Seidel dieselbe in Zusammenhang gebracht mit der Verhornung der Haaranlagen.[1] Schweigger-Seidel nimmt an, dass die Lösung der Lider in der Weise vor sich gehe, dass die Haare (Cilien) die verbindende Zellschicht durchbrechen, nachdem sie sich zum Theil aus dem Zellmaterial derselben aufgebaut haben. Aber auch die Meibom'schen Drüsen lässt er an der Lösung Theil nehmen.

„Ausser den Wimpern nehmen von der Verklebungsschicht der Lider noch andere Gebilde ihren Ursprung. Es sind dies die Meibom'schen Drüsen, die unserer Abbildung nach im sechsten Monate eine nur geringe Ausbildung erfahren haben. Wie unbedeutend aber ihre Grösse auch noch sein mag, die Bildung der Höhlung zum Ausführungsgange hat doch schon begonnen. Der Zerfall der Zellen, durch welche dieselbe bedingt wird, schreitet allmählich nach der Mittellinie fort und greift auch auf die vereinigende Zellschicht über, so dass dieselbe schliesslich nur in der Strecke zwischen Cilien und Meibom'schen Drüsen intact bleibt. Die Ausdehnung dieser Strecke ist so gering, dass sie einer späteren Lösung leicht anheimfallen wird."

[1] Virchow's *Archiv*. 1866. Bd. XXXVII. S. 229.

v. Evetzky (a. a. O.) beschreibt richtig, dass die Lösung an der Lidnaht von aussen nach innen fortschreitet und sagt, dass das hierbei vorkommende Einsinken der vorderen Fläche der Lidnaht „durch regressive Metamorphose der ihr anliegenden Zellen bedingt wird. Während die übrigen Zellen hell und unverändert bleiben, erscheinen die letzteren mehr matt und sehen fein bestäubt aus; im Zellenleib treten feine Linien auf, die sich zu einem unregelmässigen Netzwerk vereinigen. Dann collabiren die Zellen, ihre Oberfläche wird runzelig und es bleibt schliesslich nur noch ein undeutliches und verworrenes Netzwerk an ihrer Stelle übrig, das mit dem Einsinken der Lidnaht allmählich verschwindet."

Kölliker (a. a. O.) erklärt es für möglich, dass das Hervortreten der Haare und das Secret der Meibom'schen Drüsen für die Lösung der Lider wirksam sei.

Ich habe den Vorgang der Lösung der Lider beim Hunde untersucht und finde, dass er bedingt ist durch eine verhornende Leiste, die allmählich in der Richtung von aussen nach innen die Lidnaht durchsetzt und zwar geht dieser Vorgang verhältnissmässig rasch, in wenigen Tagen vor sich.

Es ist bekannt, dass bei den Hunden die Lösung der Lider etwa am neunten Tage nach dem Wurfe vollendet ist und es wurde deshalb eine Reihe von neugeborenen Hunden in den verschiedenen Tagen nach der Geburt getödtet und die Augenlider im Zusammenhang abgenommen, erhärtet und weiterhin an senkrechten Durchschnitten auf das Verhalten der Lidnaht untersucht.

Es werden die verschiedenen Färbemethoden, welche für die Untersuchung des Verhornungsprocesses angegeben sind, brauchbare Praeparate liefern; in unseren Fällen haben wir die Schnitte mit Haematoxylin überfärbt und weiterhin mit Pikrinsäure extrahirt (nach Klaatsch und Gerlach) und eine Reihe von sehr übersichtlichen Praeparaten bekommen.

Man erkennt an einem senkrechten Durchschnitt durch die Lider vom Anfang des neunten Tages den durch seine dunklere Farbe sich sehr scharf absetzenden Streifen von verhornten Epidermiszellen, der in der Richtung von vorn nach hinten die Lidnaht durchzieht (Fig. 7). Es laufen die verhornten Partieen beider Lider nach dem Lidrande zu in eine trichterförmige Einsenkung aus, um von dem Grunde dieser gemeinsam nach dem hinteren Lidrande zu ziehen und dort in eine verbreiterte, dreieckige verhornte Partie auszugehen. Die mittleren Abschnitte des Streifens werden bei der angegebenen Behandlung ganz schwarz, während man an den beiden Seitenrändern in ähnlicher Weise wie sonst bei verhornender Epidermis die dunkelgefärbten Tröpfchen (Eleidin) in den Zellen auftreten (Fig. 8). Ein Zusammenhang des Vorganges mit dem Verhornungsprocess der Haare lässt sich hier in keiner Weise auffinden, sondern es geht derselbe jedenfalls

selbstständig vor sich. Vergleicht man mit dem eben beschriebenen die Praeparate vom achten, sechsten, vierten etc. Tag nach dem Wurf (Figg. 4 bis 6), so ergiebt sich, dass je früher nach dem Wurf man untersucht, um so kürzer der Zapfen von verhornter Epidermis ist, der von der Aussenfläche nach innen reicht. Ebenso fehlt anfänglich die dreieckige verhornte Partie nahe am hinteren Lidrande, doch hebt sich diese Stelle sehr bald durch dunklere Färbung vor den anliegenden Epidermiszellen hervor.

Am ersten und dritten Tage findet man noch keine Eleidintröpfchen in der Lidnaht, während sie am vierten Tage schon zu finden sind zu beiden Seiten eines von obengenannter Einsenkung nach hinten sich erstreckenden verhornten Epidermiskeiles. Es scheint mir dies ein genügender Beweis zu sein von der Raschheit, mit der der ganze Lösungsprocess vor sich geht. Dabei ist es selbstverständlich auch wahrscheinlich, dass innerhalb gewisser Grenzen individuelle Schwankungen vorkommen werden.

Es hat jedenfalls v. Evetzky den Vorgang der Lösung der Lider richtig beobachtet, jedoch mangels geeigneter Färbemethoden nicht richtig zu deuten gewusst.

Der Conjunctivalsack der Ringelnatter.

Ueber die Herausbildung des eigenthümlichen Verhaltens des Conjunctivalsackes bei Schlangen (derselbe ist vorne geschlossen und bildet mit der ihn überziehenden äusseren Haut eine urglasförmige Schale vor dem Auge, die sogenannte Brille) giebt die vorzügliche Arbeit von Rathke[1] aus dem Jahre 1839 eine Reihe von Beobachtungsresultaten. Rathke theilt die Zeit der Entwickelung der Natter in vier Perioden ein, von denen für uns in Betracht kommt die dritte, nämlich die Zeit von dem Verschwinden der Schlundöffnung bis zur Färbung der Hautdecken. In der zweiten Periode (von der Bildung der Kiemenspalten bis zu deren Verschluss) konnte er noch keine Andeutung von Lidern finden, die Cornea lag noch direct an der Oberfläche. In der folgenden Periode breitet sich die Hautbedeckung des Kopfes allmählich über das Auge aus und zwar in Form eines schmalen Ringes oder vielmehr ringförmigen Augenlides, das dem des Chamäleon ähnlich ist. Dieser Ring verjüngt sich gegen den Rand zu immer mehr, der Rand selbst ist ganz scharf. Nach und nach nimmt dieser Ring an Breite zu, bis zuletzt das Auge von einem sehr dünnen und ganz durchsichtigen Schleier vollständig bedeckt ist. In diesem

[1] Dr. Heinrich Rathke, *Entwickelungsgeschichte der Natter (Coluber natrix)*. 1839. S. 83 und 139.



Schleier bildet sich nun die bekannte Augenkapsel (Brille) und zwar durch Verdickungen in diesem, die von der Peripherie zur Mitte fortschreiten. Rathke glaubt, sie kommen dadurch zu Stande, dass ein Theil des Stoffes, aus dem jener Schleier besteht, einen anderen histologischen Entwickelungsgang einschlage, als der übrige Theil desselben und dass sie ohne Zweifel den Tarsi anderer Thiere entspreche. Bei den Schlangen wären also diese Tarsi zu einer einzigen Scheibe verwachsen.

„Von Blutgefässen gehen mehrere in das ursprüngliche ringförmige Augenlid hinein, und zwar die meisten in den unteren, der Mundspalte am nächsten gelegenen Theil desselben. Ist schon der Schleier gebildet und die Augenkapsel in der Entwickelung begriffen, so erstrecken sich zwar nur einige wenige, jedoch verhältnissmässig recht weite Gefässe auch durch diesen Theil hindurch.“

Dass andererseits Untersuchungen über die Entwickelung des Conjunctivalsackes mitgetheilt wurden, ist mir nicht bekannt.

Der Conjunctivalsack reicht in der erwachsenen Natter ziemlich weit nach hinten über den Bulbus herüber (Fig. 9).

Betrachtet man bei stärkerer Vergrösserung ein Stückchen der Cornea, den Conjunctivalsack und die Wand der Brille, so erkennt man (Fig. 10), dass auf letzterer sich ein hohes geschichtetes Pflasterepithel findet, in ähnlicher Weise, wie man dasselbe sonst auf der Oberfläche der Cornea findet. An dieses Epithel schliesst sich eine dünne Lage von Bindesubstanz, die an ihrem hinteren Rande von einer Schicht äusserst platter Zellen abgeschlossen wird, welche nur in ihrer Entwickelung als Epithelzellen nachweisbar, im Uebrigen als solche nicht kenntlich sind. Die Cornea ist an ihrer vorderen Seite ebenfalls von einer einschichtigen, äusserst dünnen Epithellage überzogen.

Die Embryonen der frühesten Entwickelungsstadien, welche wir untersuchen konnten, besassen noch keine Anlage für die Brille. Senkrechte Durchschnitte aus dieser Zeit lehrten, dass die Cornealanlage ein niedriges. cubisches Epithel besass.

Eine Reihe von anderen Embryonen, deren jüngster $8 \cdot 5^{mm}$ lang war, hatte bereits einen Conjunctivalsack.

Untersucht man solche an senkrechten Durchschnitten, so findet man bei schwächerer Vergrösserung (Fig. 11) trotz der frühen Entwickelungszeit bereits eine ganz ähnliche Anordnung, wie oben vom erwachsenen Thiere beschrieben. Der Conjunctivalsack ist meist ganz zusammengeklappt, so dass man in der Mitte an seiner Stelle nur einen Streifen sieht, während an den Rändern ein Lumen vorhanden sein kann.

Die Brille besitzt an ihrer Oberfläche, wie stärkere Vergrösserungen lehren (Fig. 12), auch zu dieser Zeit bereits ein geschichtetes Pflasterepithel,

im Bindegewebe kommen schmale Gefässe vor, die hintere Epithellage ist aber auch jetzt in der Mitte der Brille schon so abgeplattet, dass man sie als solche nicht mehr erkennen würde, wenn nicht ihre Herkunft und ihre Fortsetzung nach hinten Auskunft gäbe. Die Cornea besitzt zu dieser Zeit beinahe die gleiche Dicke wie die Brille, doch kommt bei letzterer etwa die Hälfte auf Rechnung des Epithels, während bei der Cornea nahezu die ganze Stärke durch die bindegewebige Grundsubstanz bedingt ist. Immerhin ist das Cornealepithel, wie ein Vergleich zwischen den Figuren lehrt, erheblich höher, als beim erwachsenen Thier, indem dasselbe eine wenn auch einschichtige, so doch aus cubischen Zellen bestehende Lage darstellt. In ähnlicher Weise verhält sich übrigens auch das Epithel der hinteren Wand der Brille in ihren seitlichen Abschnitten. Am Ende des Conjunctivalsackes (Fornix) besteht das Epithel sowohl der Conjunctiva als der hinteren Wand der Brille aus der gleichen Lage cubischer Zellen (Fig. 13).

Endlich erwähne ich das Gefässnetz, welches die Bindesubstanz der Brille durchzieht (Fig. 14). Man beobachtet dasselbe leicht an einem Praeparate, welches die Brille von der Fläche her gesehen zeigt, nachdem sie mit dem Rasirmesser von der hinteren Augenhälfte eines etwa gleichaltrigen Embryo ($8 \cdot 5^{mm}$) getrennt war.

Man erkennt dann, wie von den Rändern her eine Reihe von verhältnissmässig starken Stämmen nach der Mitte der Brille hinüberzieht und hier ein Netzwerk von kleineren Gefässen darstellt. Dieses Netzwerk ist in der That noch vollständiger, als es hier gezeichnet werden konnte, da bei der immerhin nicht starken Vergrösserung die feinsten Gefässverzweigungen nicht mehr hervortreten.

Was das Epithel der Cornea bei Embryonen vor Schluss des Conjunctivalsackes anlangt, so verhält es sich, so weit ich gesehen, in ähnlicher Weise, wie oben beschrieben, indem es nur eine einfache Lage cubischer Zellen darstellt.

Vergleichen wir den Vorgang des Lidschlusses bei der Schlange mit mit dem bei Talpa, so finden wir Anfangs ziemlich die gleichen Verhältnisse. Bei beiden sind die Lider angelegt in Form eines Walles, der das Auge gleichmässig begrenzt. Durch das Verwachsen dieses ringförmigen Lides wird das Auge mehr und mehr bedeckt, bis wir schliesslich eine zusammenhängende Gewebsplatte vor demselben finden. Während nun bei der Schlange die Stelle des Verschlusses nicht nachzuweisen ist, das Auge also von einer durchweg gleich aufgebauten Platte bedeckt ist, ist dieselbe bei Talpa leicht kenntlich an dem Epithelpfropf, der die letzte Oeffnung zuschliesst und sich bis zum reifen Embryo erhält. Während ferner bei der Schlange das Lid von allen Seiten gleichmässig vorrückt, sehen wir bei

Talpa ein schnelleres Wachsthum an der hinteren unteren Peripherie, so dass also bei ersterer die Verschlussstelle mitten vor das Auge, bei letzterem an den oberen nasalen Augenrand fällt.

1. Beim Verschluss der Augenlider des Maulwurfembryo kommt es nicht zur Bildung einer Epithelnaht, sondern eines Epithelzapfens, indem die Ränder der Augenlider ringförmig gegen einen Punkt hin sich verschieben.

2. Die Entwickelung der Augenlider (talpa) ist eine ungleichmässige, das untere Augenlid erheblich länger als das obere, die Verschlussstelle liegt am vorderen (medialen) oberen Rande der Orbita.

3. Die Verschlussstelle liegt aber vor der Mitte des Bulbus, der während des Verschlusses eine entsprechende Drehung nach oben macht (talpa).

4. Die Linse des Maulwurfembryo lässt in früher Zeit einen Zustand erkennen, in welchem Linsenfasern und Kernzone ähnlich der Linse anderer Säugethierembryonen ausgelegt sind. In späterer Entwickelungszeit bildet sich ein Theil der eigenthümlichen Structurverhältnisse der erwachsenen Linse dadurch heraus, dass die Kerne der Kernzone sich in einem grossen Theil der Linse verbreiten.

Die Veränderungen in der Form der Fasern scheinen theilweise erst post partum abzulaufen.

5. Die Lösung der Augenlider ist beim Hunde bedingt durch einen Verhornungsprocess, der in der Richtung von aussen nach innen in wenigen Tagen nach der Geburt abläuft und zur Bildung einer breiten verhornten Zellplatte zwischen den Lidern führt.

6. Der Schluss des Conjunctivalsackes beim Embryo der Natter findet in ähnlicher Weise statt wie bei Talpa, nur dass bei letzterem ein Epithelzapfen erhalten bleibt, bei der Natter nicht.

Der Schluss des Sackes bei dem Natterembryo geht zu einer Zeit vor sich, in der das Cornealepithel noch ganz niedrig ist; es sind mit demselben, abgesehen von einer später eintretenden Verdünnung der Epithelien von Cornea und Conjunctiva, die bleibenden Verhältnisse sofort gegeben.

Vorliegende Arbeit wurde im anatomischen Institut zu Marburg unter der Leitung von Hrn. Prof. Strahl gemacht. Es sei mir gestattet, an dieser Stelle Hrn. Prof. Strahl für seine freundliche Hülfe und bereitwillige Ueberlassung des Materials den wärmsten Dank auszusprechen.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. XIII.)

Fig. 1 und 2. Verschluss der Augenlider beim Maulwurfembryo, Vergrösserung Leitz Oc. I, Obj. 3. *a* oberes Augenlid, *b* unteres Augenlid.

Fig. 1 zeigt die Differenz in der Länge der beiden Augenlider.

Fig. 2. *Ep* Epithelzapfen an der Verschlussstelle des Lides. Die Figur zeigt ausserdem die Schiefstellung des Bulbus, Drehung der Linse nach oben hinter den Epithelzapfen.

Fig. 3. Linse eines jungen Maulwurfsembryo. Vergrösserung Leitz Oc. I, Obj. 7. Stadium, in welchem normale Linsenfasern entwickelt sind.

Fig. 4—7. Senkrechte Durchschnitte durch die Lidnaht eben geborener Hündchen, um das Fortschreiten des Verhornungsprocesses zwischen den Lidern zu zeigen, Vergrösserung Leitz Oc. I, Obj. 3.

Fig. 4 erster Tag post partum, Fig. 5 vierter Tag, Fig. 6 achter Tag, Fig. 7 neunter Tag. *St. c.* Stratum corneum.

Fig. 8. Ein Stück der Lidnaht am neunten Tag bei stärkerer Vergrösserung.

Fig. 9. Vordere Augenhälfte einer erwachsenen Tropidonotus natrix mit geschlossenem Conjunctivalsack.

a Conjunctivalsack, *b* Brille, deren Epithel *b'* sich von der bindegewebigen Unterlage losgelöst hat, *co* Cornea, *i* Iris, *r* Retina.

Fig. 10. Vorderer Cornealrand und Brille bei stärkerer Vergrösserung. *b* Brille, *co* Cornea, *Ep* vorderes Epithel der Brille, *Ep'* hinteres Epithel der Brille und *Ep''* Cornealepithel, *a* Conjunctivalsack. *Bd* Bindegewebe der Brille, *Bd'* Bindegewebe der Cornea.

Fig. 11. Durchschnitt durch die vordere Augenhälfte eines Embryo von Tropidonotus natrix. Die beiden Wände der Brille liegen in fast ihrer ganzen Ausdehnung fest aufeinander und sind als dunkler Strich gezeichnet.

Fig. 12. Mittlerer Durchschnitt der Brille und Cornea, stärkere Vergrösserung. *b* Brille, *co* Cornea, *Ep* vorderes Epithel der Brille, *Ep'* hinteres Epithel der Brille, *Ep''* Cornealepithel, *g* Blutgefäss im Bindegewebe der Brille.

Fig. 13. Fornix conjunctivae desselben Embryo.

Fig. 14. Brille eines etwa gleichaltrigen Embryo, abgelöst, Flächenansicht von vorne, um die Ausbreitung der Gefässe zu zeigen, von denen jedoch nur die stärkeren Stämme gezeichnet werden konnten.

Ein sehr junges menschliches Ei.

Von

Dr. Franz Keibel,
Prosector und Privatdocenten zu Freiburg i. B.

(Hierzu Taf. XIV.)

Menschliche Eier und Embryonen in sehr frühen Stadien sind so selten, dass man es wohl wagen darf einen Fund zu veröffentlichen, dessen Erhaltungszustand nicht allen Anforderungen genügt. Je mehr wir vom Zufall abhängig sind, desto mehr müssen wir ja das spärlich und stückweis Gebotene nach allen Richtungen ausnützen und dürfen nur so hoffen, die Gunst des Zufalles wenigstens einigermaassen auszugleichen. Gelingt es uns auch schliesslich nur, Bruchstücke zu Tage zu fördern, so können sich ja einmal die Bruchstücke zum Ganzen fügen.

In diesem Sinne veröffentliche ich hier ein sehr junges menschliches Ei, das, wenn es auch nicht vollkommen erhalten war, doch bei näherer Prüfung nicht ohne allgemeines Interesse zu sein schien.

Das in Rede stehende Ei wurde dem Strassburger anatomischen Institut von Hrn. Privatdocenten Dr. Bayer übergeben und mir von Hrn. Prof. Schwalbe, dem ich auch hier meinen Dank dafür sage, zur weiteren Bearbeitung überlassen.

Ich erhielt das Ei, das meines Wissens Tag's zuvor bei einem Aborte abgegangen war, in Müller'scher Flüssigkeit. Es war noch in die Decidua eingeschlossen, doch lag nicht, wie in vielen anderen Fällen (vergl. Wharton-Jones, Kollmann, Spee u. A.) die gesammte Deciduaauskleidung des Uterus vor, sondern nur der Theil derselben, in welchem das Ei enthalten war. Dieser, die Fruchtkapsel, war ein im Ganzen linsenförmiges Gewebsstück von 12 mm grösster Länge, $9^1/_2$ mm Breite und 7 mm Tiefe. Während

die eine Seite des Deciduastückes stark convex war, war die entgegengesetzte wenig gewölbt, fast plan. Die plane Fläche war nun im Gegensatz zu dem im übrigen rauhen und fetzigen Aussehen des Objectes annähernd glatt und eben, und ich vermuthe, dass wir in ihr die dem Uteruslumen zugekehrte Fläche der Schleimhaut zu suchen haben. In ihrer Mitte fiel alsbald eine durchsichtige Stelle in's Auge. Dieselbe war annähernd kreisförmig und hatte einen Durchmesser von $2^1/_2$ mm. Es ergab sich später, dass diese kreisförmige Stelle dem Gegenpole des Eies entsprach, und dass dieser nur von einer sehr dünnen Decidualage überzogen war. Offenbar war hierdurch ihr durchscheinendes Aussehen bedingt. Im Umkreise der durchscheinenden Stelle war die Decidua leicht gewulstet. Es lässt sich hiernach vermuthen, dass das Ei mit seinem Embryonalpol der Uteruswand zugekehrt gelegen hatte und erst kurze Zeit von der Decidua (Decidua reflexa) überwachsen war. Wir haben also jedenfalls in der durchscheinenden Stelle das vor uns, was Reichert[1] als Narbe der Fruchtkapsel bezeichnet. Eine solche Narbe ist auch sonst noch beobachtet, so von Kollmann.[2] In dem von Spee jüngst veröffentlichten Falle scheint sich nichts derartiges gefunden zu haben; denn Spee sagt:[3] „Eine Verwachsungsnaht fand ich auf der Kuppe der Fruchtkapsel nicht.“ Nach Oeffnung der Deciduakapsel, welche vom Rande der durchscheinenden Stelle aus unter Müller'scher Flüssigkeit vorgenommen wurde, konnte durch leichtes Schütteln und ganz vorsichtigen Zug das Ei von der Decidua befreit werden. Die mikroskopische Untersuchung der Schnitte ergab dann auch, dass die Verbindungen der Zottenepithelien und der Deciduazellen erst wenig ausgedehnt waren.

Die Gestalt des Eies war, wie die Figg. 1 und 2 zeigen, von oben und unten gesehen ellipsoidisch; von der Seite gesehen zeigten sich die beiden Oberflächen verschieden gekrümmt. Es war wie beim Reichert'schen Ei die Fläche des Gegenpols stärker gekrümmt wie die des Embryonalpols. (Vergl. auch Kollmann, a. a. O.) Die Maasse des Eies waren: (incl. Zotten) folgende: grösste Länge $8^1/_2$ mm, grösste Breite $7^3/_4$ mm, Tiefe 6 mm. Die Länge der Zotten schwankte zwischen 0·7 und 1·3 mm. Das Ei ist reichlich zur Hälfte mit Zotten bedeckt, welche nur zum sehr geringen Theile noch einfach sind, meist wohl verzweigte Zottenbäumchen darstellen.

[1] Beschreibung einer frühzeitigen menschlichen Frucht u. s. w. *Abhandlungen der königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin.* 1873. S. 20.

[2] Kollmann, Die menschlichen Eier von 6 mm Grösse. *Dies Archiv.* 1879. Anat. Abthlg. S. 275.

[3] Beobachtungen an einer menschlichen Keimscheibe u. s. w. *Dies Archiv.* 1889. S. 160.

Sehr bemerkenswerth ist die Vertheilung der Zotten. Es blieben hier wie bei dem Reichert'schen Ei zwei Stellen von Zotten frei; zunächst eine grössere am Gegenpol, $6^1/_2$ mm lang, $5^3/_4$ mm breit, dann eine kleinere am Embryonalpol vor der Insertionsstelle des Embryonalgebildes. Diese Stelle liegt nicht genau in der Mitte des zottentragenden Eitheiles, sie ist nahezu kreisförmig; ihr Durchmesser beträgt 2 mm.

Nach Feststellung dieser Verhältnisse wurde das Ei geöffnet. Ich habe dasselbe dann 14 Tage lang in Müller'scher Lösung im Dunkeln gehärtet, sehr sorgfältig mit destillirtem Wasser ausgewaschen und schliesslich (immer im Dunkeln) mit Alkohol von ansteigender Concentration behandelt. Für die weitere Untersuchung habe ich dann mit Alaunkarmin gefärbt und nach bekannter Methode in Paraffin eingebettet und geschnitten.

Bevor ich zur Beschreibung des Embryo selbst übergehe, will ich die mikroskopische Structur der Decidua und des Chorion erledigen. Vorausgeschickt sei, dass man die Conservirung dieser Theile ganz vorzüglich nennen kann, wenn man auch natürlich bei der eingeschlagenen Behandlungsweise Kerntheilungsfiguren nicht vorfindet.

Ueber die Decidua kann ich kurz sein, da sich leider an den mir vorliegenden wenigen Bruchstücken ein befriedigender Ueberblick über ihre Structur nicht gewinnen liess. Sicher konnte ich immerhin constatiren, dass die Zotten nicht einfach in Uterindrüsen einwuchern, wie das Reichert seiner Zeit beschrieben hat. Ueber die Verbindung der Decidua mit den Zottenepithelien soll weiter unten beim Chorion gehandelt werden.

Das Gewebe der Reichert'schen Narbe zeigte weder Drüsen noch Blutgefässe, auch konnte ich keine Epithelschicht auf derselben abgrenzen.

Das Chorion, die eigentliche Wand des Eies, besteht durchgehend aus zwei Schichten, einer der Eihöhle zugekehrten mesodermalen und einer äusseren ectodermalen Schicht; erstere zeigt eine Structur, wie man sie in älteren Beschreibungen öfter als „unreifes Bindegewebe" charakterisirt findet. Die äussere Schicht trägt epithelialen Charakter und es lassen sich an ihr wiederum zwei Schichten unterscheiden. Die mesodermale Schicht erstreckte sich auch in die Axe der Zotten. Blut und Blutgefässe waren weder in den Zotten noch im Chorion selbst zu finden. Von den beiden Lamellen der ectodermalen Schicht des Chorion war die äussere meist dünner und weniger reich an Kernen, als die innere. Zellgrenzen liessen sich in beiden nicht nachweisen. Die Kerne der äusseren Schicht waren oft mit ihrer Längsaxe parallel zur Oberfläche gestellt. Die innere Schicht bestand aus dickeren Zellen mit unregelmässig gestellten Kernen. Auch hier gelang es fast nie, die Zellgrenzen sicher festzustellen. Einen Cuticularsaum oder gar Flimmern konnte ich auf dem Chorion nicht nachweisen. Epitheliale Hohlzotten, wie sie Reichert beschrieben hat, fanden sich keinenfalls vor. Allerdings war es

nicht schwer, die Epithelbekleidung von einer Zotte zu entfernen, und wenn man dann die erstere unter das Mikroskop brachte, erhielt man natürlich die Reichert'schen Bilder. In der That scheint es mir sehr wahrscheinlich, dass Reichert es mit solchen Kunstproducten zu thun gehabt hat. Bei diesem Ei fanden sich auch keine Orth[1]-Ahlfeld'schen[2] Vacuolen, wie ich solche bei etwas älteren Stadien öfter beobachtet habe.

Nach dieser Abschweifung wollen wir nochmals zum Epithel des Chorion und seiner Zotten zurückkehren. Ich habe oben festgestellt, dass es zweischichtig ist und dass die obere Schicht meist dünner und weniger reich an Kernen war. Diese Unterschiede sind aber durchaus nicht durchgreifende, wenn es auch fast durchweg — wenigstens an geeigneten Schnitten — gelingt, die beiden Schichten zu unterscheiden. Besonders das Verhalten der oberen Schicht ist ein vielfach wechselndes, während wir Stellen finden, wo dieselbe ausserordentlich flach und arm an Kernen ist; wie das Fig. 3 zeigt, finden wir zuweilen auch Stellen, wie in Fig. 4, wo sich das Verhältniss zwischen äusserer und innerer Schicht einmal umgekehrt hat. Dazwischen liegen natürlich mannigfache Uebergangsstufen, auf die ich nicht weiter eingehen kann. Doch will ich ein eigenthümliches Verhalten nicht unerwähnt lassen, was man gar nicht selten in der äusseren Schicht der Chorionzotten antrifft. Es wuchern nämlich an ganz umschriebenen Stellen die Kerne der äusseren Schicht sehr stark, so dass Bilder wie in Fig. 5 entstehen. Was diese Kernwucherungen zu bedeuten haben, das muss ich unentschieden lassen. Es liegt nahe, an die Bildung secundärer Zottenzweige zu denken, welche sich so einleiten könnte, aber es könnten ja auch pathologische Vorgänge in Betracht kommen. Was hier normal, was pathologisch, das kann nur an der Hand eines grossen Materials entschieden werden.

Von besonderem Interesse sind die Stellen, wo das Ei sich schon mit dem mütterlichen Gewebe verbunden hat. Ich bilde in den Figg. 6, 7 und 8 derartige Stellen ab. Ob die mütterlichen Zellen hier ectodermaler oder mesodermaler Natur, lässt sich natürlich an den vorliegenden Objecten nicht entscheiden. Nur so viel liess sich, wie schon gesagt, mit Sicherheit feststellen, dass die Zotten nicht einfach in die Uterindrüsen eingewachsen waren.

Fig. 6 stellt die erste Verklebung zwischen mütterlichem und foetalem Gewebe dar. Das mütterliche Gewebsstück ist ein vielzelliges Plasmodium, das sich an den mit Alauncarmin gefärbten Schnitten durch einen eigen-

[1] *Zeitschrift für Geburtshülfe und Gynaekologie.* Bd. II. — Vergl. Schwabe, Eine frühzeitige menschliche Frucht u. s. w. *Ebenda.* 1879. Bd. IV.

[2] Beschreibung eines kleinen menschlichen Eies. *Archiv für Gynaekologie.* 1878. Bd. XIII.



thümlichen Farbenton auszeichnet. Das mütterliche Gewebe scheint nun einen Reiz auf die foetalen Zottenepithelien auszuüben. Jedenfalls finden wir an derartigen Stellen, wie das auch aus der Abbildung zu ersehen, die Kerne in dem Zottenepithel, vor Allem in der äusseren Schicht desselben, stark vermehrt. Im weiteren Verlaufe der Entwickelung scheint mir dann vielfach eine Umwachsung der mütterlichen Elemente durch die Zellen des Chorionepithels, insbesondere durch die Zellen seiner äusseren Lage einzutreten. Die Figg. 6, 7 und 8 geben den Beweis für diese Behauptung, ähnliche Bilder habe ich recht häufig gesehen. In Fig. 7 sieht man das mütterliche Gewebsstück theilweise zertrümmert und aus der Verbindung mit dem foetalen Gewebe gebracht. Gerade darum erkennt man aber das Verhalten des foetalen Gewebes an dieser Stelle gut; ich habe dieselbe deshalb abgebildet. In Fig. 8 ist mütterliches Gewebe von der äusseren Schicht des Chorionepithels ganz umwachsen; seine Kerne sind fracturirt, in Zerfall begriffen. Es sind dies hier einige wenige Bilder aus einer grossen Zahl herausgegriffen, an denen man mannigfach wechselnde Verhältnisse beobachten kann. Ein sicheres Urtheil über ihre Bedeutung lässt sich, soweit ich sehen kann, aus ihnen noch nicht gewinnen, vor allem weil es an Vergleichungsmaterial fehlt, und weil es ja leicht sein kann, dass wir es — handelt es sich doch um einen Abort — auch vielfach mit pathologischen Verhältnissen zu thun haben. Daher will ich denn hier auch nicht weiter auf die Frage eingehen, ob es sich vielleicht ausser der Festsetzung noch um Ernährungsvorgänge des Eies handeln dürfte und mich sogleich zu dem Embryonalgebilde wenden, mit dem auch Dottersack und Amnion behandelt werden sollen.

Schon bei uneröffnetem Ei konnte man vom Gegenpol aus das Embryonalgebilde durchscheinen sehen, ohne jedoch seine Gestalt deutlich zu erkennen. Nachdem dies festgestellt war, wurde das Ei durch einen Kreuzschnitt am Gegenpol eröffnet. Es praesentirte sich nun ein Gebilde, wie es in Fig. 9a in genau 20facher Vergrösserung vermittels des His'schen Embryographen entworfen ist. Ich will gleich hier eine Deutung der Figur geben, wie sie allerdings erst eine genauere Untersuchung und eine Vergleichung meiner Befunde mit denen von Spee ergeben hat. *P* ist die kleinere zottenfreie Stelle, *St* ist ein später genauer zu beschreibendes Gebilde, das den Embryo mit dem Chorion in Verbindung setzt (der Bauchstiel His). *K* dürfte das Kopfende des Embryonalgebildes sein, *S* der Schwanztheil, wenn nicht noch ein Theil des von mir erst als Bauchstiel bezeichneten Gebildes mit zum Embryo gehört: Leider ist gerade an dieser Stelle die Erhaltung des Embryo so schlecht, dass sich kein sicheres Resultat hierüber ergiebt.

An der dem Chorion abgekehrten Seite des Embryo liegt der Dotter-

sack. Ventralwärts trägt derselbe eigenthümliche lappige Fetzen, welche ursprünglich mit dem Chorion in Verbindung standen, und welche sich bei der weiteren Untersuchung als mesodermales Gewebe entpuppten. Vom Amnion konnte ich bei der Untersuchung des Objectes *in toto* nichts entdecken und auch später nur Trümmer, welche ich erst durch die Beziehung auf die Spee'schen Funde sicher erkennen konnte.

Ein genaues Studium der Schnitte ergab dann, dass der Embryo unmöglich ursprünglich die Lage gehabt haben kann, wie sie Fig. 9a zeigt. Die Gegend bei *S* ist vollkommen zerstört, und die Schnitte durch den Kopftheil, die Mitte und den Bauchstiel des Embryo ergeben mit sehr grosser Wahrscheinlichkeit, dass um *S* eine vollkommene Torsion des Embryonalgebildes stattgehabt hat. Bei normaler Lage seiner Theile muss der Embryo etwa die Gestalt gehabt haben, die ich in Fig. 9b wiedergegeben habe.

Wenden wir uns nun zur Betrachtung der Schnitte selbst, so zeigen Schnitte durch den Kopftheil des Embryo, dass sich noch keine Medullarrinne angelegt hat. Weiter caudal kann man recht gut eine Primitivstreifenstructur erkennen, wie das Fig. 10 zeigt. Auf diese Schnitte folgt dann eine Reihe anderer, an denen sich leider gar nichts Rechtes erkennen lässt, und erst im Bauchstielgebiet bekommen wir wieder gute Bilder. Eines derselben ist in Fig. 11 wiedergegeben; es zeigt die Anheftungsstelle des Bauchstieles an das Chorion; hier haben wir einen deutlichen Allantoisgang, ein gut erhaltenes Amnion und werden lebhaft an die Abbildungen erinnert, welche uns Spee von dem Bauchstiel seines Embryo gegeben hat. Weder hier noch bei Spee finden sich Gefässe im Bauchstiel vor. Dagegen sieht man an einzelnen Schnitten auf dem Amnion Bildungen, wie sie Spee in Fig. 18 giebt. Dieselben imponiren auf den ersten Blick für Gefässanlagen, und beschreibt Bonnet[1] ähnliche Bildungen beim Schafembryo auch als solche. Da aber sicher, weder beim Schafe, noch beim Meerschweinchen, wo ich selbst vielfach derartiges gesehen habe, aus diesen Anlagen je Gefässe entstehen, weiss ich nicht, ob man gut daran thut, hier von Gefässanlagen zu sprechen.

Der Dottersack ist recht gut erhalten. An Schnitten durch denselben (vergl. Fig. 12 und 13) finden wir ein deutliches entodermales Epithel und eine wohl davon abgegrenzte Mesodermschicht mit Blutgefäss und Blutanlagen. Es verhält sich der Dottersack genau so, wie Spee ihn schildert. Wie schon dieser Autor hervorgehoben hat, befinden sich die Blutanlagen nicht in unmittelbarer Nähe des Embryo, sondern beginnen erst in einiger

[1] Bonnet, Beiträge zur Embryologie der Widerkäuer gewonnen am Schafei. *Dies Archiv.* 1889.



Entfernung von demselben. Sie reichen dann aber auch über den ganzen übrigen Dottersack. An den Blutanlagen kann man an günstigen Schnitten, wie das Fig. 13, welche uns einen Theil der Fig. 12 bei starker Vergrösserung zeigt, ergiebt, auch schon Gefässendothel und Blut unterscheiden.

Fragen wir uns nun nach dem Interesse, das die hier mitgetheilten Beobachtungen haben, so glaube ich, dass dieselben schon als reines Material nicht ganz ohne Werth sind. Ich stelle hier die wichtigsten Punkte noch einmal zusammen. Es sind das

1. das Vorhandensein einer „Narbe der Fruchtkapsel“,

2. die Lage des Embryo an der basalen, dem Uterus zugekehrten Fläche des Eies,

3. das Freisein beider Eipole von Zotten,

4. das doppelt geschichtete Epithel des Chorion und seiner Zotten,

5. der mesodermale, blutgefässlose Kern der Zotten,

6. der Umstand, dass die Zotten nicht in die Uterindrüsen einwachsen,

7. das Vorhandensein eines Embryo, der jedenfalls schon über die ersten Stadien der Primitivrinne heraus war, in einem so kleinen Ei,

8. der Nachweis eines wohlerhaltenen und wohlausgebildeten Dottersackes,

9. der Nachweis der ersten Blutbildung auf dem Dottersack,

10. die Verbindung des Mesoderms am ventralen Theil des Dottersackes mit dem Chorionmesoderm,

11. der Nachweis des Allantoisganges bis zur Insertion des Embryonalstieles an das Chorion,

12. das ausserordentlich frühe Auftreten einer ausserembryonalen Leibeshöhle und die entschieden damit in Zusammenhang stehende frühe Amnionbildung.

Bevor wir aber weiter auf die Würdigung dieser Verhältnisse eingehen, müssen wir uns die Frage vorlegen, in wie weit kann man die bei dem vorliegenden Ei gewonnenen Ergebnisse zu allgemeinen Schlüssen verwerthen?

Diese Frage fällt mit der anderen zusammen: Ist das untersuchte Ei normal?

Um diese Frage zu beantworten, werden wir am besten bei dem Forscher Rath holen, der bei Weitem die grösste Erfahrung über menschliche Embryologie besitzt, bei His. His hat die für die Kritik jüngerer menschlicher Embryonen in Betracht kommenden Verhältnisse verschiedene

Male erörtert. Wir finden darüber zunächst den Aufsatz: „Zur Kritik jüngerer menschlicher Embryonen“, *dies Archiv*, 1880, anatomische Abtheilung, S. 414 ff., und dann einen besonderen Abschnitt in seiner *Anatomie menschlicher Embryonen*, „Ueber die bei der Kritik des beobachteten Materials in Betracht kommenden Gesichtspunkte“ (Leipzig 1882, Hft. II, S. 18 ff.).

His führt nun im zuletzt citirten Capitel, abgesehen von anamnestischen Angaben, welche, wie meist, auch im vorliegenden Falle nicht in Betracht kommen können, drei Hauptmomente an:

1. den Erhaltungszustand,
2 das Verhalten der Häute,
3. die Uebereinstimmmung der Embryonen untereinander.

Ich werde mich bei der weiteren Besprechung streng an His halten, und also zunächst den Erhaltungszustand des vorliegenden Eies berücksichtigen. Dabei müssen wir zunächst den Erhaltungszustand der Eihäute, dann den des eigentlichen Embryo in Betracht ziehen. Der Erhaltungszustand des Chorion war ein vorzüglicher zu nennen. Dasselbe war, als ich die Fruchtkapsel öffnete, fast durchsichtig, was darauf schliessen liess, dass es erst kurz vor dem Abort abgestorben sein konnte. Diese Annahme wurde denn auch durch den guten histologischen Erhaltungszustand des Chorion vollauf bestätigt. — Nicht so einfach liegt die Frage für den Embryo. Bei der Kleinheit desselben und bei der Unkenntniss über die normalen Formen dieser Entwickelungsperiode sind wir da hauptsächlich auf den histologischen Befund angewiesen. Die histologische Erhaltung des vorliegenden Embryo lässt nun manches zu wünschen übrig. Allerdings liegen nicht entfernt derartige Verhältnisse vor, wie bei dem in der letzten Zeit vielfach discutirten v. Preuschen'schen Embryo.[1] Dort erscheinen die Gewebe in eine wirre Masse von Körnern aufgelöst; hier kann man an günstigen Schnitten noch ganz gut Ectoderm, Entoderm und Mesoderm unterscheiden. Uebrigens wird ein Blick auf die naturgetreu gehaltenen Abbildungen dem Leser über diese Verhältnisse mehr sagen, als die längste Auseinandersetzung an dieser Stelle und mag daher auf die Tafel verwiesen sein.

Die weitere Frage, ob die Veränderungen, welche wir am Embryo sehen, schon intrauterin eingetreten sind, ob es vielleicht das Absterben des Embryo war, welches den Uterus veranlasste, das Ei auszustossen, lässt sich jetzt schwer entscheiden. Der gute Erhaltungszustand der Eihäute spricht dagegen, dass auch diese abgestorben waren, und die Grössenverhältnisse

[1] Fr. v. Preuschen, *Die Allantois des Menschen.* Wiesbaden 1887. Bergmann.

zu dem Ei sind nicht derart, dass man annehmen müsste, dass die Eihäute den Embryo längere Zeit überlebt haben. Auch dürften die Dauer des Abortes und die 24 Stunden etwa, welche das Ei uneröffnet in Müller'scher Flüssigkeit zugebracht hat, schon etwas zur Destruction des zarten Embryonalgebildes beigetragen haben. Jedenfalls werden wir für die Verwerthbarkeit unserer Befunde die Erfahrung von His[1] anwenden können, dass, so lange das Chorion beziehungsweise dessen Elementartheile lebend sind, es den Inhalt vor Fäulniss und selbst vor Macerationszerfall zu bewahren scheint. Gesetzt also auch der eigentliche Embryo wäre schon einige Zeit vor dem Abort im Uterus abgestorben, so würden darum doch die an ihm gefundenen Formverhältnisse verwerthbar bleiben, wenn sie auch einer jüngeren Entwickelungsstufe angehörten, als der Grösse des Eies entspricht.

Wir kommen damit zu dem zweiten von His betonten Punkt, „zum Verhalten der Häute". Es ist hiermit nicht das histologische oder sonstige Verhalten der Eihäute gemeint, sondern vielmehr die Grössenverhältnisse des Chorion und Amnion zum eigentlichen Embryo. His stellt da für die Grössenverhältnisse von Chorion und Amnion eine Anzahl von Normen auf, von denen uns hier nur interessirt, dass Embryonen von 2 bis 4^{mm} ein Chorion von unter 1·5^{cm} entspricht und sich das Verhältniss zwischen Embryo und Eihäuten in unserem Falle nicht ungünstig stellt. Das Amnion, das die Embryonen bis zu 10^{mm} Länge knapp umhüllen soll, kommt für unseren Fall, wo das Amnion zum grossen Theil zerstört ist, nicht in Betracht, und wir wenden uns gleich zu der „wichtigsten Controlle", welche sich aus der Vergleichung mit anderen gut accreditirten Embryonen ergiebt.

Es kommen nun hier nicht gerade zu viele Eier in Betracht. Es sind das die Eier der ersten Stadien nach His.[2] Das erste Stadium nach His soll dem scheibenförmigen Keim des unbebrüteten Hühnereies entsprechen. His sagt:

„Als eine entsprechende Stufe der Säugethierentwickelung kann die Keimblase angesehen werden zu der Zeit, da an ihr ein scheibenförmiger Embryonalfleck mit einem an dessen Innenfläche sich vorwölbenden Zellenreste (Keimhügel nach Hensen) sichtbar ist." His zählt nun hierher in erster Linie die Eier von Wharton-Jones, Reichert und Breuss. In einer Anmerkung citirt er dann noch die Beobachtungen von Beigel und Löwe und die von Volkmann.

Das zweite Stadium von His ist das Stadium der Primitivrinnenbildung. Dasselbe ist nach His „bis dahin an keinem menschlichen Ei beobachtet worden".

[1] *Anatomie menschlicher Embryonen.* Hft. II. S. 20.

[2] *Anatomie menschlicher Embryonen.* Hft. I. S. 147—151.

„Das dritte Entwickelungsstadium (von His) zeigt als wesentlichen Vorgang die Erhebung der Rückenwülste und die scharfe Ausprägung einer vorderen Keimfalte.“ Diesem Stadium gehört das Ei *E*[1] von His an und nach seiner Vermuthung vielleicht auch ein von Schwabe und ein von Bruch beschriebenes Ei.

Allenfalls könnten wir denn auch noch die Eier des vierten und fünften Stadiums heranziehen. His charakterisirt diese Stadien wie folgt: „Beim Uebergange zum vierten Stadium legt sich die vordere Keimfalte um; es bildet sich dadurch ein freier Vorderkopf mit ventralwärts gerichteter Gesichtsfläche und mit kurzem blindsackförmigen Vorderdarm. Gleichzeitig tritt eine schärfere Abgrenzung der Medullarplatte ein; die Ränder der letzteren wölben sich empor, rücken sich stellenweise entgegen und es treten auch die ersten Andeutungen einer Urwirbelgliederung auf. Im Verlaufe des fünften Stadiums nehmen diese Veränderungen ihren weiteren Fortgang; das Medullarrohr schliesst sich grossentheils, die scharfe Abgrenzung und die Zahl der Urwirbel nimmt zu, und äusserlich wahrnehmbar macht sich unterhalb des Gesichtstheiles die Form des Herzens geltend.“

In diese Stadien gehören nach His die Embryonen von Allen-Thomson und sein Embryo *SR*.

Seitdem nun His diese Zusammenstellung gegeben hat, sind aus diesen Stadien nur noch vier weitere Eier bekannt geworden.

Es gehört hierher der Embryo XLIV (*Bff*) von His. Dieser Embryo dürfte nach His in das Primitivrinnenstadium, also das Stadium 2 gehören. In dasselbe Stadium oder den Anfang des dritten gehört der interessante Embryo, den Graf Spee neuerdings veröffentlicht hat.

Der Kollmann'sche Embryo von Bulle und ein früher schon von Spee kurz veröffentlichter Embryo gehören in das Stadium 4 und 5.

Insofern wir uns dann nicht nur mit den Embryonen, sondern auch mit den Eihüllen zu beschäftigen haben, kommen noch einige zum Theil sehr kurze Mittheilungen über menschliche Eier von Kollmann, Kölliker und Ahlfeld in Betracht; auch verdienen His' knötchenförmige Missbildungen hier Erwähnung. Schliesslich wollen wir denn auch noch der Verhältnisse der Eihüllen wegen die allerdings beträchtlich weiter entwickelten und von His in das Stadium 6 und 7 gestellten Embryonen *M* und *L* heranziehen.

Eine tabellarische Zusammenstellung der wichtigsten Daten wird uns am schnellsten einen Ueberblick über das vorliegende Material verschaffen. Bei dieser tabellarischen Darstellung sind die Fälle, in denen sich überhaupt kein Embryonalgebilde vorgefunden hat, nicht mit aufgeführt.

[1] *Anatomie menschlicher Embryonen.* Hft. I. S. 145—146.

	Reichert. *Abhandl. der königl. Akad. der Wissenschaften* 1873.	Wharton-Jones. *Philosoph. Transactions.* 1837.	Breuss. *Wiener medic. Wochenschrift* 1877. Nr. 21. S. 502—505.
Decidua.	Dem Uterus zugekehrt eine 3 mm grosse pellucide Stelle ohne Drüsenöffnungen, die Narbe der Fruchtkapsel (vergl. S. 20).	—	Die gesammte Uterusauskleidung *in toto* ausgestossen.
Chorion.	5·5 : 3·3. Hohlzotten, an einigen Zotten schon Seitenäste. Zwei zottenfreie Stellen, Länge der grössten Zotten 0·2 mm. Die Wandung des Eies wird scheinbar aus zwei Häuten gebildet; die innere fasst Reichert als Gerinnungsproduct auf.	Grösse einer Erbse. Die Zeichnung nach dem Alkoholpraeparat 6·2 : 4·7. Die der Uterushöhle zugewandte Fläche kahl.	5 mm (504) Zwei Schichten aussen epitheliale, innen bindegewebige. Zotten meist unverästelt bis 1 mm lang und bis 0·07 mm breit. Eine rundliche 2 mm im Durchmesser haltende Stelle fast frei. Keine Gefässe in den Zotten.
Embryo.	(S. 26) An der basilaren Wand schien ein sphaerisch begrenzter Körper zu liegen. His berechnet die Grösse dieses Embryonalfleckes auf 1·6 mm.	In der Eihöhle eingebettet eine gallertige Masse, darin ein kugliger Körper von 1·5 mm Durchmesser. His denkt an künstliche Verschiebung.	Knötchen von 1 mm Länge, 0·5 mm Breite, aus kernhaltigen Zellen bestehend.
Dottersack.	—	—	—
Bemerkungen.	—	Nach His.	Abort.

	Schwabe. *Dissertation.* Berlin 1878. (Beschr. e. sehr frühzeitigen menschl. Frucht) u. *Zeitschr. f. Geburtsh. u. Gynaek.* 1879. Bd. IV. S. 197—209.	His XLIV *Bff.* *Anatomie menschlicher Embryonen.* Hft. 2. Anhang S. 87 und 32.	Keibel. Embryo Bayer.
Decidua.	*In toto* ausgestossen. Narbe der Fruchtkapsel.	—	Fruchtkapsel linsenförmig 12 : 9½ : 7 mm. Narbe der Fruchtkapsel von 2½ mm am Gegenpol.
Chorion.	Linsenform 8 mm : 4 mm. Zwei Schichten Bindegewebe und Epithel. Gefässe noch nicht vorhanden.	8 : 7 mm, an einer Stelle ärmer an Zotten.	8½ : 7¾ : 6. Zwei zottenfreie Stellen am Gegenpol 6½ : 5¾ mm. Am Embryonalpol 2 mm Zotten 0·7—1·3 mm. Doppelte Epithellage. Bindegewebsschicht.
Embryo.	Ein stecknadelknopfgrosser Körper sitzt der basilaren Fläche auf.	< 1 mm (0·85)	Circa 1 mm.
Dottersack.	—	0·85 : 0·6	1 mm. Blut und Gefässbildung auf dem Dottersack.
Bemerkungen	Wahrscheinlich knötchenförmige Missbildung.	Noch nicht mikrotomirt.	Abort.

	Spee 1. *Mittheilungen für den Verein Schleswig-Holsteinischer Aerzte.* Hft. II. S. 10 und *Dies Archiv.* 1889. S. 159.	His *E.* *Anatomie menschlicher Embryonen.* Hft. 1. S. 145.	Allen Thomson. *Edinburgh Med. a Surg. Journal* 1839. Bd. II. p. 119 und Froriep's *Neue Notizen.* 1840. Bd. XIII. S. 193.
Decidua.	Gesammte Decidua ausgestossen, Fruchtkapsel 10:11 mm.	—	—
Chorion.	8·5 : 6·5 mm. Aussen Ectodermhülle von zwei Zelllagen; innen mesodermales Gallertgewebe. An den Zotten stellenweis solide Epithelzapfen.	8·5 : 5·5, elipsoïd, rings von Zotten umgeben.	5·7 nach His' Berechnung. Das Chorion war auf der einen Seite mit stärkeren Zotten besetzt, als auf der anderen.
Embryo.	1·54 mm.	2·1 ohne Bauchstiel, 2·6 mit Bauchstiel.	2·1
Dottersack.	1·4 mm. Blut und Gefässbildung in den distalen zwei Dritttheilen.	2·3	2·8
Bemerkungen.	Abort, doch so frisch, dass Kerntheilungsfiguren vorhanden.	Ohne Erfolg mikrotomirt. Deutliche Herzanlage.	—

	His VI *SR.* *Anatomie menschlicher Embryonen.* Hft. 1. S. 155 140. Taf. I, Fig. 7. Taf. IX, Fig. 6.	Allen-Thomson 2. *Edinburgh. Med. a Surg. Journ.* 1839. Bd. II und Froriep's *Neue Notizen.* 1840. Bd. XIII.	Spee 2. *Mittheilungen für den Verein Schleswig-Holsteinischer Aerzte.* 1887. Hft. II. S. 8.
Decidua.	14:15	—	—
Chorion.	9:8. Verästelte Zotten über das ganze Ei verbreitet.	1·5 (nach His). Die Zotten in der einen Hälfte des Eies reichlicher als in der anderen.	15 : 14 : 10. An dem einen (Gegen-) Pol die Zotten spärlich im Umkreise von 6 mm. Die von einem zweischichtigen Epithel bekleideten Zotten noch gefässlos.
Embryo.	2:2. Urwirbelanlagen. Bauchstiel schon gefässhaltig.	2·5	—
Dottersack.	1 : 9 colabirt	2·1	$3^1/_2$ mm
Bemerkungen.	Verunglückt zum Theil beim Mikrotomiren.	—	7 Urwirbel. Alter *in maximo* 13 Tage.

	Kollmann 3. Embryo von Bulle. *Dies Archiv.* 1889. Suppl. S. 105—138. *Anatomischer Anzeiger.* 1888. S. 723.	His L_1 *Anatomie menschlicher Embryonen.* Hft. 1. S. 135. Taf. VI, I und II.	His *M.* *Anatomie menschlicher Embryonen.* Hft. 1. S. 116. Taf. I, VII, VI.
Decidua.	—	—	*In toto* ausgestossen.
Chorion.	—	8—9 ^{mm}. 2 ^{mm} lange Zotten.	In Spiritus $7^1/_2$—8 ^{mm} rings von Zotten umkleidet.
Embryo.	Embryo: in Alkohol 2·5 ^{mm}, 13 Urwirbelpaare.	2·4. Medullarrohr bis auf eine kurze Strecke geschlossen. Zwei Schlundspalten.	2·6. Vier Schlundspalten.
Dottersack.	3 ^{mm}	—	2·6

Aus dieser Uebersicht ergiebt sich, dass sich das von mir beschriebene Ei auf das Beste zwischen das His'sche Ei XLIV und das Spee'sche Ei 1 einfügt. Bei dem Ei XLIV von His misst das Chorion 8:7 ^{mm}, der Embryo 0·85 der Dottersack 0·85:0·6 ^{mm}, bei dem von mir beschriebenen Ei das Chorion 8·5:7·5:6^{mm}; es ist also etwa ebenso gross, wie das His'sche; der Embryo und der Dottersack sind etwas grösser. Sehr gut schliesst sich dann das Spee'sche Ei an. Hier ist Ei und Embryo etwas grösser. Das Chorion misst 8·5:10:6·5 ^{mm}; der Embryo 1·54, der Dottersack 1·4 ^{mm}. Vor Allem bildet das letzte Ei, da es wohl unzweifelhaft normal und frisch ist — ich erinnere nur an die Mitosen — eine sehr entscheidende Instanz dafür, dass wir es auch in meinem Falle mit einem annähernd normalen Ei zu thun haben. Gerade die wichtigsten Verhältnisse des Dottersackes und des Bauchstiels sind an beiden Eiern ganz dieselben. Wir werden uns demnach nun einmal erlauben dürfen, von dem Spee'schen und meinem Ei aus andere bis dahin beschriebene Eier einer Kritik zu unterziehen.

Da komme ich nun zunächst zu der Vermuthung, dass bis jetzt überhaupt kein Ei des ersten His'schen Stadiums bekannt ist. Ich halte sowohl das Reichert'sche Ei, wie das von Wharton-Jones und Breuss, falls es sich nicht gar um knötchenförmige Missbildungen gehandelt hat, für dem zweiten Stadium angehörig.

Reichert's Beobachtungen sind in Folge der mangelhaften Methoden ganz unzuverlässig. Reichert's Hohlzotten kann man wohl mit Fug und Recht für Kunstproducte ansehen, wie man sie leicht erhält, und ich zweifle nicht, dass sich an dem Reichert'schen Ei eine nicht nur scheinbar, sondern wirklich doppelt geschichtete Wand befunden hat. Reichert's eigene Schilderung spricht dafür. Auch die Beschreibung des von His als Embryonalfleck aufgefassten Gebildes als eines der basilaren Wand anliegenden

sphaerisch begrenzten Körpers bestätigt diese Vermuthung. Vor Allem muss uns aber auch die Grösse des fraglichen Gebildes, die His auf 1·6 mm berechnet, stutzig machen. Das von mir beschriebene Embryonalgebilde ist nur 1 mm lang, oder doch wenig länger; der von Spee veröffentlichte Embryo misst 1·54 mm. Wenn wir nun auch nur den Spee'schen Embryo als sicher normal und vorzüglich conservirt in Betracht ziehen, so würde beim Reichert'schen Ei die Embryonalscheibe grösser gewesen sein müssen, als Spee's doch schon recht weit entwickelter Embryo.

Bei dem Breuss'schen Ei spricht allein der Umstand, dass die Wand des Eies aus einer epithelialen und einer bindegewebigen Schicht besteht gegen die Annahme, dass wir es mit einem ersten Stadium zu thun haben, und bei dem Ei von Wharton-Jones genügen, scheint es mir, die überlieferten Thatsachen nicht, um demselben eine so wichtige Stelle einzuräumen.

Demnach würden wir in dem Embryo XLIV von His, wenn die Gebilde, welche His als Embryo auffasst, sich nach dem Mikrotomiren wirklich als solche herausstellen, den jüngsten bis dahin bekannten Embryo ansehen müssen, ihm würde sich mein Embryo und diesem der von Spee anschliessen. Ich will nun noch zum Schlusse auf einige wichtige Thatsachen hinweisen, welche sich hieraus für die Gesammtauffassung der menschlichen Entwickelung ergeben, vor Allem da ich auf Grund desselben Thatsachenmaterials zu sehr wesentlich anderen Schlüssen komme als Spee. Spee kommt zu der Annahme, dass das Ei des Menschen sich in seinen frühesten Stadien nach dem Typus der Eier mit Keimblätterumkehr entwickelt. Er sagt am Schlusse seines interessanten Aufsatzes:

„Die Lage der Keimblätter würde sich also unter allen Umständen mit der Ansicht vertragen, dass hier in früher Zeit der Process, der zur Keimblätterumkehr führt, eingeleitet worden sei; ihre vielen Aehnlichkeitspunkte mit solchen Embryonalgebilden, die unzweifelhaft unter seiner Begleitung entstanden sind, spricht geradezu dringend zu Gunsten dieser Entwickelungsart des menschlichen Eies. Ein Entwickelungsmodus nach dem Schema der Eier mit Blätterumkehr würde wesentliche Eigenthümlichkeiten menschlicher Eier ganz ungezwungen erklären.“

Auf den ersten Blick erscheint ja diese Ansicht Spee's einleuchtend, und ich muss gestehen, dass ich mich, als ich zum ersten Male Meerschweinchenembryonen untersuchte, lange bevor ich die Spee'sche Mittheilung gelesen hatte, derselben Ansicht zuneigte. Gerade aber das menschliche Ei, welches Spee beschrieben und dessen Erhaltungszustand (Kerntheilungsfiguren u. s. w.) über jeden Zweifel erhaben ist, haben mich von der Unhaltbarkeit dieser Ansicht überzeugt. Die ganzen Eigenthümlichkeiten des menschlichen Eies erklären sich aus der frühen Bildung der ausser-

embryonalen Leibeshöhle und des Amnion. Beide Vorgänge sind schon allein durch Spee's Beobachtung unwiderleglich bewiesen und werden auch durch meine Beobachtung, welche für sich, wegen des schlechten Erhaltungszustandes des Embryo vielleicht nicht vollkommen beweiskräftig wäre, unterstützt. Die frühe Bildung des Amnion ist aber durchaus nicht mit einer Umkehr der Keimblätter zusammen zu werfen. Dass man dies nicht thun darf, und dass die Umkehr der Keimblätter etwas anderes ist, als nur eine vorzeitige Amnionbildung, als welche man sie in der That aufgefasst hat,[1] das beweist zur Genüge der Umstand, dass bei den Thieren mit wahrer Keimblätterumkehr (Maus, Ratte) neben der Keimblätterumkehr noch eine besondere Amnionbildung auftritt. Gegen die Keimblätterumkehr spricht nun direct der ausserordentlich früh vollkommen vom Entoblast umwachsene und kleine Dottersack. Man muss nämlich im Auge behalten, dass bei der Umkehr der Keimblätter ein grosser Theil des Eies in die Eihöhle, also auch den Dottersack eingestülpt wird und damit sowohl eine Umwachsung der Keimhöhle durch das Entoderm, wie auch der Abspaltung eines geschlossenen Dottersackes grosse Schwierigkeiten in den Weg gelegt werden. Aus diesem Grunde möchte ich mich beim menschlichen Ei gegen die Annahme einer in den frühesten Stadien vorhandenen Keimblätterumkehr aussprechen. Jedenfalls spricht von den bis dahin bekannten Thatsachen keine für eine solche Annahme, die ausserordentliche Kleinheit und frühe vollkommene Isolirung des Dottersackes sogar dagegen. Ich glaube, dass man sich, was die Amnionbildung anlangt, durchaus nicht nur trotz, sondern gerade wegen des Spee'schen Eies auf den von His in seinen Schematen S. 171 der *Anatomie menschlicher Embryonen* niedergelegten Standpunkt stellen muss, nur dass die Amnionbildung noch in früheren Stadien vor sich geht, als dies His annimmt. Ich möchte dies durch einige Schemata verdeutlichen, wobei ich im Gegensatz zu His annehme, dass der Entoblast schon sehr früh das ganze Ei umwächst (Fig. 14), und es sehr früh zur Bildung eines Dottersackes kommt. Jedenfalls musste die Trennung des Dottersackes vom Chorion vielleicht bis auf geringe Reste, worauf die mesodermalen Lappen hinweisen, schon eintreten, bevor das Ei eine Grösse von 1 ^{mm} erreicht hat. Ich kann Spee nur beistimmen, wenn er (S. 170) sagt:

„Das Mesoderm aber muss um diese Zeit schon allenthalben vorhanden

[1] Ueber das Amnion des zweiblättrigen Keimes. *Archiv für mikroskopische Anatomie.* 1884. Bd. XXIII. S. 530—536.

[2] Wie Spee die auf S. 170 seiner Arbeit angeführten vier Punkte für die Keimblätterumkehr verwerthet wissen will, leuchtet mir nicht ein. Von diesen vier Punkten könnte man drei wenigstens auch ganz gut dafür verwerthen, dass Mensch und Schaf, welch letzteres doch keine Keimblätterumkehr aufweist, sich nach demselben Typus entwickeln müssten.

gewesen sein zwischen Entoblast und Chorion und auch seine Spalte muss schon aufgetreten sein, da niemals, soweit meine Kenntnisse reichen, aneinanderliegende Flächen der Grenzblätter auseinander weichen, ehe Mesoblast, bez. die Mesodermspalte zwischen sie hineingedrungen ist."

Wie ich mir nun die Stadien denke, in welchen sich das Mesoblast und die Coelomspalte bildet, zeigen Figg. 15 und 16. Fig. 17 a und b giebt dann im Querschnitt und im Längsschnitt das wichtige Stadium, in welchem das Amnion soeben im Begriff ist, sich zu schliessen.

Diese frühe Bildung des Amnion erklärt auch in willkommener Weise die eigenthümliche Verbindungsart des menschlichen Embryo mit dem Chorion, der Bauchstiel von His. Nach dem Bekanntwerden des Spee'schen Eies und nach meiner Beobachtung kann man wohl kaum noch mit Kölliker[1] hoffen, dass noch frühere Stadien mit bläschenförmiger Allantois gefunden werden möchten. Ich muss His[2] auf das Entschiedenste beipflichten, wenn er sagt: „So wie ich die Sache verstehe, findet eine Trennung der Embryonalanlage vom Chorion gar nie statt, und der Bauchstiel ist das niemals unterbrochene Uebergangsstück des embryonalen zum Choriontheil der ursprünglichen Keimblase."

Ueberall[3] pflegt sich die Bildung der Allantois durch Mesodermwucherung einzuleiten, ehe die entodermale Ausstülpung beginnt. Bei Säugern, auch solchen ohne Keimblätterumkehr, pflegt sich diese Mesodermwucherung auf das Amnion zu erstrecken und sich erst nachträglich von demselben abzugrenzen. Eine solche initiale Mesodermwucherung nehme ich nun auch für den Menschen an, und diese musste den menschlichen Embryo, der so dicht am Chorion lag, an dieses festlöthen, und das gleiche Schicksal erlitt der caudale Theil des Amnion, auf den diese Mesodermwucherung übergegriffen hatte. So konnte es gar nicht zur Bildung einer Allantois kommen. Erst nachträglich wächst in die Mesodermmasse ein Entodermdivertikel ein, wie das Fig. 18 b zeigt, und damit stehen wir wieder auf dem Boden der Thatsachen. Einem Stadium, wie es in den Figg. 18a und 18 b dargestellt ist, gehören die Eier, welche Spee und ich beschrieben haben, an.

Mit His[4] anzunehmen, dass der Allantoisgang, der sich übrigens an seinem Ende auch zu einem zierlichen Bläschen erweitern kann, nicht durch Einwachsen vom Entodermrohr her, sondern durch medianes Zusammentreffen zweier Nahtfalten entstehe, dafür sehe ich keinen Grund ein und neige mich also der von Hertwig (S. 182, 2. Aufl.) in seinem Lehrbuche vertretenen Ansicht zu.

[1] *Grundriss.* 1884. 2. Aufl. S. 140.

[2] *Anatomie menschlicher Embryonen.* Leipzig 1880. S. 171.

[3] Vergl. auch Kölliker, *Entwickelungsgeschichte.* Leipzig 1879. Figg. 205 u. 206.

[4] *Anatomie menschlicher Embryonen.* S. 172.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. XIV.)

Bl = Blutgefäss mit Blutanlage.
Ch = Chorion.
Dd = Decidua.
Endt = Endothel der Blutgefässe.
Ekt = Ectoderm.
En = Entoderm.
M = Mesoderm.
Z = Zotten.

Fig. 1. Das Ei vom embryonalen Pol gesehen in natürlicher Grösse.

Fig. 2. Das Ei vom Gegenpol gesehen in natürlicher Grösse.

Fig. 3. Theil eines Zottenquerschnittes; derselbe zeigt das doppelt geschichtete Zottenepithel (*Ekt*); die äussere Schicht des Epithels ist sehr flach und kernarm. Entworfen mittels des Abbé'schen Zeichenapparates. Seibert. Obj. IV. Oc. 0, eingeschobener Tubus.

Fig. 4. Theil eines Zottenquerschnittes; die beiden Schichten des Zottenepithels sind etwa gleich dick. Dieselbe Vergrösserung.

Fig. 5. Theil eines Zottenquerschnittes; zwei circumscripte Kernwucherungen in der äusseren Schicht sind bemerkenswerth. Dieselbe Vergrösserung.

Fig. 6. Die Hälfte eines Zottenquerschnittes, Verklebung mit der Decidua (*Dd*). Kernwucherung im Zottenepithel. Seibert. Obj. IV. Oc. 0, ausgezogener Tubus.

Fig. 7. Theil eines Zottenquerschnittes; das Zottenepithel hat eine Deciduazelle (*Dd*) zum Theil umwachsen. Die Deciduazelle ist aus ihrer natürlichen Lage gerissen. Seibert Obj. IV. Oc. 0, eingeschobener Tubus.

Fig. 8. Ein Stück Deciduagewebe (*Dd*) von dem Zottenepithel umwuchert. In der Decidua Kernzerfall. Vergrösserung wie Fig. 7.

Fig. 9 a. Das Embryonalgebilde 20 Mal mittels des His'schen Embryographen vergrössert. *P* zottenfreie Stelle des Embryonalpols, *Z* Chorionzotten, *K* Kopfgegend, *S* Schwanzgegend, *D* Dottersack, *M'* Mesodermlappen, welcher den unteren Pol des Dottersackes mit dem Mesoderm des Chorion verband. *St* Bauchstiel.

Fig. 9 b. Das Embryonalgebilde in der von mir für normal gehaltenen Lage. Bezeichnung wie Fig. 9 a.

Fig. 10. Querschnitt durch die Mitte des Embryonalgebildes; dasselbe zeigt Primitivstreifenbildung. *Pr* Primitivrinne; links hat das Ectoderm einen Riss auf dem Dottersack (*D*), Gefässanlagen mit Blut (*Bl*). Seibert Obj. II. Oc. 0, eingeschobener Tubus.

Fig. 11. Querschnitt durch den Bauchstiel des Embryo, dort wo sich derselbe an das Chorion anheftet. *All. G.* Allantoisgang. *Amn.* Amnion. *Ch.* Chorion. Vergrösserung wie Fig. 10.

Fig. 12. Querschnitt durch den Dottersack mit Blutanlagen (*Bl*). Vergrösserung wie Fig. 10.

Fig. 13. Der Theil von *a—b* aus dem vorigen Schnitt bei stärkerer Vergrösserung. *Endt* Gefässendothel. Seibert Obj. V. Oc. 0, ausgezogener Tubus.

Figg. 14—18 b. Schemata zur Erklärung des Amnion und des Bauchstiels beim menschlichen Embryo, 14—16 Querschnitte.

Fig. 14. Sehr kleine menschliche Keimblase vor dem Auftreten des Mesoblast.

Fig. 15. Das Auftreten von Mesoblast, erster Beginn der Coelombildung.

Fig. 16. Der Mesoblast hat das Ei fast umwachsen; der Coelomspalt schält den Dottersack vom Chorion ab, die Amnionfalten haben sich erhoben (*Amnf*).

Fig. 17 a. Querschnitt durch ein Stadium kurz vor Schluss des Amnions, der Dottersack ist ganz vom Chorion getrennt und im Wachsthum bedeutend hinter demselben zurückgeblieben.

Fig. 17 b. Sagittalschnitt durch dasselbe Stadium. Die hintere Amnionfalte ist durch das Mesoblast, welches die Allantois bez. Bauchstielbildung einleitet, verdickt.

Fig. 18 a. Querschnitt durch eine menschliche Keimscheibe im Primitivrinnenstadium, auch Schluss des Amnion; der Grössenunterschied zwischen Chorion und Dottersack tritt immer stärker hervor.

Fig. 18 b. Sagittalschnitt durch dasselbe Stadium. Das Caudalende des Embryo mitsammt des caudalen Amnionendes ist durch Mesoblast an das Chorion angeheftet. In die Mesoblastwucherung ist vom Darm aus der Allantoisgang eingewachsen.

Arteria maxillaris communis.

Anatomische Beobachtung.

Von

Dr. med. S. Delitzin,

Prosector der normalen Anatomie an der kaiserlichen Militär-medicinischen Akademie in St. Petersburg.

(Hierzu Taf. XV.)

Die vorliegende Skizze betrifft eine seltene Anomalie der Arteria maxillaris interna, welche ich im Laufe des vorigen Jahres im Secirsaale der St. Petersburger Medicinischen Akademie beobachtet habe. Ich erlaube mir, bei dieser Gelegenheit, die schon früher in der Litteratur bekannten Fälle gleicher Art anzuführen, sowie einige Voraussetzungen über die Art der Entstehung dieser Abnormität beizufügen.

Von allen Zweigen, welche aus der Art. carotis externa entspringen, zeichnet sich die Art. maxillaris interna, sowie die Art. temporalis superficialis, durch eine besondere Beständigkeit ihrer Ursprungsstelle aus. Nach der Angabe von Hyrtl bewahrt die Art. maxillaris interna auch eine gewisse Selbständigkeit in ihrer Verzweigung, indem man sehr selten finden kann, dass einer ihrer normalen Aeste aus einer anderen Arterie des Kopfes entspringe, oder dass sie selbst einen überzähligen Ast, ausser den normal von ihr entspringenden, entsende. Fälle, wo die Arteria maxillaris interna einen anomalen Ursprung hatte, kommen nicht oft vor. So viel mir aus der betreffenden Litteratur zu Gebote stand, habe ich durchgesehen, und die erste Erwähnung einer solchen Anomalie in Quain's[1] Anatomie gefunden.

[1] Quain, *Anatomy of the arteries of the human body.* London 1844. p. 94 and 109.



Derselbe hat in zwei Fällen beobachtet, dass die Art. maxillaris interna von der Art. facialis stammte, von da verlief sie nach oben, um sich hinter dem Ramus ascendens des Unterkiefers in ihre gewöhnliche Lage zu begeben. In der von Quain gegebenen Zeichnung[1] findet man, dass die Art. maxillaris externa und interna mit einem gemeinsamen Stamme aus der Art. carotis externa entspringen; der Stamm nimmt die normale Stelle der ersten Arterie ein, so dass man sagen kann, dass die Arteria maxillaris interna aus der externa herkomme.

Hyrtl[2] erinnert an ein Praeparat seines Museums, an welchem die Art. maxillaris interna ganz fehlt, und durch eine colossal entwickelte Art. palatina ascendens ersetzt wird.

In Krause's Varietätenbeschreibung[3] sind nur diese zwei von Quain und Hyrtl beschriebenen Anomalien angeführt. Im Jahre 1878[4] veröffentlichte Prof. Dr. Joessel eine Anomalie der Art. maxillaris interna, welche auf beiden Schädelhälften bestand und zwar, was die wichtigsten Verhältnisse der Art. maxillaris interna anbetrifft, in genau gleicher Weise. Die Art. carotis externa theilte sich am Winkel des Unterkiefers in ihre beiden Endäste: Temporalis superficialis und Maxillaris interna. Die Temporalis superficialis hatte den gewöhnlichen Verlauf des Stammes der Art. carotis externa, die Maxillaris interna aber versteckte sich hinter dem M. pterygoideus internus, den sie durchbohrte. Sie zog unter dem ganzen Muskel hin, längs des Processus condyloideus und trat mit und vor dem M. pterygoideus externus zur Fossa spheno-maxillaris. Die Art. maxillaris interna lieferte am Winkel des Unterkiefers die Art. maxillaris externa, die mit gewöhnlicher Stärke einen sonst normalen Verlauf hatte. Dicht vor der Art. maxillaris externa ging noch vom Stamme der Art. maxillaris interna eine stark entwickelte Palatina ascendens ab.

In Nr. 13 der „*Russischen Medicin*“ des Jahres 1886 hat Dr. med. Kalantarow[5] eine ähnliche Anomalie der Art. maxillaris interna dextra beschrieben. Es geht von der vorderen Fläche der Art. carotis externa, in der Entfernung von $2^1/_2$ cm von der Biffurcationsstelle der Art. carotis communis, oberhalb der Art. thyreoidea superior und Art. lingualis, ein anomaler Arterienstamm aus, welcher die Stärke von $5^1/_2$ mm und die Länge von 6 mm besitzt und vom N. hypoglossus, vom Venter posterior M. digastrici und vom M. stylohyoideus gekreuzt wird. Der Stamm theilt sich in die Art. maxillaris externa und interna, von denen die erstere ihren gewöhnlichen

[1] Quain's *Atlas*. Plate XIII. Fig. 6.
[2] *Oesterreichische Zeitschrift für praktische Heilkunde*. 1859. Nr. 30.
[3] Henle's *Gefässlehre*. 1876. S. 249 und 251
[4] *Dies Archiv*. 1878. S. 434. Fig. 3.
[5] *Russische Medicin*. 1886. Nr. 13. (Russisch.)

Verlauf bewahrt und ihre normalen Zweige abgiebt, die zweite gelangt bis zum Winkel des Unterkiefers, durchbohrt den Saccus glandulae parotidis, steigt weiter parallel dem Ramus ascendens des Unterkiefers nach oben, immer in die Tiefe eindringend, bis zum Halse des Condylus maxillae empor. Von dort wendet sie sich nach vorn und nach innen (und ein wenig nach oben), geht vor dem Ligamentum laterale internum vorbei liegt zwischen den beiden Mm. pterygoidei und erreicht die Fossa pterygopalatina. Sie liefert ihre normalen Aeste, welche sich nur durch ihre beträchtliche Dicke auszeichnen. Der Verfasser macht darauf aufmerksam, dass in seinem Falle nur der Ursprung der anomalen Art. maxillaris interna dem von Prof. Joessel beschriebenen gleich ist; ihr weiterer Verlauf aber ein ganz verschiedener ist. Man kann nicht die Abwesenheit der Art. maxillaris interna und die Identität dieses Falles mit dem von Hyrtl voraussetzen, weil die Art. palatina ascendens normal entwickelt ist und ihr Weg normal verläuft.

Die von mir aufgefundene Anomalie betrifft, wie die von Joessel, die beiden Seiten des Kopfes. An der rechten Seite theilt sich die Art. carotis communis am oberen Rande des Kehlkopfes in die Art. carotis externa und interna. Die erste liefert die Art. thyreoidea superior mit der Art. laryngea superior, die Lingualis, Occipitalis und Pharyngea ascendens, welche normal entspringen und ihren normalen Verlauf haben. Oberhalb der Abgangsstelle der Art. occipitalis zerfällt, nach einem kurzen Verlaufe im Bereiche von ungefähr 5 mm, der Stamm der Art. carotis externa in einen vorderen und einen hinteren Ast. Der hintere giebt der Art. temporalis superficialis, der Art. auricularis posterior u. A. ihren Ursprung der vordere ist der gemeinsame Stamm der beiden Aa. maxillares. Er ist ungefähr 5 mm stark und 6 mm lang, circa 20 mm von der Theilungsstelle der Art. carotis communis entfernt, vom Venter posterior, M. digastrici und vom M. stylohyoideus bedeckt, vom N. hypoglossus gekreuzt und entspringt aus der vorderen Peripherie der Art. carotis externa. Nach einem kurzen Verlaufe von ungefähr 6 mm theilt er sich am Winkel des Unterkiefers in seine Endäste von ungefähr gleicher Stärke (circa 4 mm). Die Art. maxillaris externa nimmt ihren normalen Verlauf und giebt ihre normalen Aeste wie in der Regio suprahyoidea, so auch im Gesichte ab. Von ihr kommt u. A. die Art. palatina ascendens, welche ganz normal und gut entwickelt ist. Die Art. maxillaris interna steigt von der Theilungsstelle des gemeinsamen Stammes nach oben, in der Substanz der Gl. parotis verborgen und dann nach vorn bis zur Fossa spheno-maxillaris. Sie geht am hinteren Rande des M. pterygoideus internus vorbei — ohne ihn zu durchbohren — legt sich an die äussere Fläche des M. pterygoideus externus und gelangt unter Abgabe ihrer normalen Zweige zu ihrer Bestimmungsstelle. Von

ihren Aesten fehlen die Art. auricularis profunda und tympanica, welche in einem gemeinsamen Stamme aus der Art. temporalis superficialis entspringen.

Der von der Art. carotis externa übrig gebliebene hintere Ast — Art. temporalis superficialis — steigt, in seinem Anfangstheile mit der anomalen Art. maxillaris interna zwar parallel, aber etwas tiefer zwischen den Läppchen der Ohrenspeicheldrüse verborgen, seinen normalen Weg folgend und seine normalen Aeste — A. auric. posterior, transversa faciei u. s. w. — abgebend, bis in die äussere Schläfengegend empor. Er hat, wie schon oben bemerkt — ein überzähliges Aestchen — einen gemeinsamen Stamm mit der Art. auricularis profunda und tympanica, welche in der Ebene des Halses des Kiefergelenkfortsatzes aus seiner vorderen Fläche entsprungen, sich hinter dem Collum condyli herumbiegt, um sich zu seiner Bestimmungsstelle zu begeben.

An der linken Seite ist die Anordnung der Gefässe ungefähr dieselbe, wie es sich aus der beigefügten Zeichnung (Fig. 1) ergiebt, so dass es in dieser Beziehung keiner weiteren Erläuterungen bedarf. Der anomale Stamm der Aa. maxillares hat dieselbe Länge und Dicke, unterscheidet sich aber an dieser Seite durch seinen etwas abwärtsgerückten Ursprung — ungefähr 28^{mm} oberhalb der Biffurcation der Art. carotis communis — und durch die Abgabe einer starken Art. palatina ascendens, welche aus seiner medialen Peripherie, gerade an seiner Ursprungsstelle (aus der Art. carotis externa), entspringt, um sich zwischen den M. styloglossus und stylopharyngeus in der Tiefe zu verbergen.

Aus dieser Beschreibung ist ersichtlich, dass der Ursprung des anomalen Arterienstammes in dem von mir beobachteten Falle derselbe ist, wie er von Quain, Joessel und Kalantarow beschrieben war. Der Verlauf der anomalen Art. maxillaris interna unterscheidet sich aber von dem in Joessel's Falle beschriebenen dadurch, dass die Art. maxillaris interna den M. pterygoideus internus nicht durchbohrt, und von dem in Kalantarow's Falle dadurch, dass sie nicht zwischen die beiden Mm. pterygoidei, sondern an die äussere Fläche des M. pterygoideus externus zu liegen kommt. Die Art. palatina ascendens hat an der linken Seite meines Praeparates denselben Ursprung, wie es am Praeparate von Joessel der Fall war. Was den anomalen Ursprung der Art. auricularis profunda und tympanica betrifft, so konnte ich darüber in den angeführten Fällen keine Angaben finden. Krause[1] hat die anomaler Weise aus der Art. temporalis superficialis entspringende Art. tympanica gesehen. Dass die Art. auricularis profunda und

[1] Henle's *Gefässlehre.* 1876. S. 253.



tympanica mit einem gemeinsamen Stamme entspringen, wird in den Lehrbüchern oft genug angegeben.

Der eben beschriebene anomale Ursprung der beiden Aa. maxillares in einem gemeinsamen Stamme, welchen ich „Arteria maxillaris communis" benennen möchte, gehört ohne Zweifel zu den seltensten Arterienanomalien. Der von mir beobachtete Fall ist, meines Wissens, der fünfte in der Litteratur bekannte (zwei von Quain, einer von Joessel und einer von Kalantarow) und der zweite nach dem von Joessel, wo diese Anomalie die beiden Schädelhälften betrifft. Sie kommt so selten vor, dass Kalantarow bei ihrem Auffinden, welches bei den praktischen Operationsübungen der Studenten stattgefunden hat, eher ein unrichtiges Aufsuchen der Arterie, als diese Anomalie voraussetzen wollte.

Die chirurgische Bedeutung dieser Anomalie soll in einer unerwarteten Blutung bestehen, welche aus dem gelegentlich angeschnittenen anomalen Stamme bei den entsprechenden Operationen erfolgen kann. Prof. Joessel macht auf die wichtigen Verhältnisse der anomalen Arterie zum N. mandibularis aufmerksam.[1] Namentlich an seinem Praeparate zieht die Arterie dicht hinter der Lingula vorbei und giebt da die Art. alveolaris inferior ab. Der N. mandibularis liegt vor seinem Eintritt in den Canalis mandibularis an der Arterie an. Vorliegende Anomalie wäre bei den verschiedenen Operationsmethoden zu berücksichtigen, nach denen man den N. mandibularis hinter dem Winkel des Unterkiefers vor seinem Eintritt in den Canalis mandibularis resecirt. Dem äusserst seltenen Vorkommen dieser Anomalie zufolge, scheinen mir alle chirurgischen Folgerungen nur einen beschränkten Werth zu haben. Der Fall bietet eher dem Anatomen von Fach, als dem Chirurgen ein Interesse dar, und scheint an der Grenze zu stehen, wo die anatomische Wissbegierde schon aufhört praktischen Nutzen zu bringen.

Wenn ich mich jetzt zu der Art der Entstehung der Anomalie wende, so glaube ich vor Allem die Worte von Krause[2] anführen zu sollen, der sagt:

„Die Varietäten entstehen durch abnorme Entwickelung normaler Anastomosen.

„Das arterielle System ist in seinen Grundlagen, so wie das venöse, ein Netzwerk, welches durch die Entwickelungsgeschichte nachgewiesen wird. Es unterscheidet sich aber insofern, dass beim venösen Typus eine grosse Anzahl von Maschen sich gleichmässig entwickeln und auf diese Art die Grundform klarer hervortreten lassen, während im arteriellen System aus den allgemeinen Netzen einzelne weitere Röhren sich herausheben,

---

[1] *Dies Archiv.* 1878. S. 437. Fig. 3.

[2] Henle's *Gefässlehre.* S. 211.

welche dann in der bekannten dendritischen Weise sich aneinanderfügen. Bei der Praeparation machen sie vor Allem sich geltend; die feineren Aestchen werden übersehen. Hält man an dieser Thatsache fest, so wird sie zugleich zum Schlüssel für die Erklärung der Varietäten. Sie entstehen dadurch, dass entweder neben oder statt der normalen Netzpartien noch andere zur stärkeren Entwickelung kommen, bei denen dies in der Norm nicht der Fall ist; dies führt dann entweder zu einer Vermehrung oder zu einer Versetzung der normalen Bahnen.“

Von diesem Standpunkte aus soll die von Prof. Joessel[1] zum ersten und zum einzigen Mal beschriebene und mit dem eben Gesagten im vollen Einklang stehende Anomalie der Art. carotis externa, welche er „Circulus arteriae carotidis externa“ benennen wollte, von höchster Wichtigkeit sein. In seinem Falle hat Prof. Joessel folgende Verhältnisse beobachtet:

„Die Carotis externa liefert die Art. lingualis und durch einen gemeinsamen Stamm die Art. occipitalis mit der Art. stylomastoidea und einem starken Ast für den M. sternocleidomastoideus. Es theilt sich dann die Carotis externa in zwei Aeste, die bogenförmig hinter dem Processus condyloideus des Unterkiefers wieder zusammenfliessen. Der vordere Ast liefert die Art. maxillaris externa, die Art. alveolaris inferior und die Art. maxillaris interna. Der hintere — die Art. auricularis posterior. Von dem durch die Anastomose beider Gefässe gebildeten Bogen entspringt die Art. temporalis superficialis mit normalem Verlauf. Ein anderes Praeparat stellt eine sehr ähnliche Anomalie dar.“

Wenn ich die Zeichnung von Joessel und auch den von mir schematisirten Umriss derselben (Fig. 2) ansehe, so fällt mir die grosse Aehnlichkeit dieser Anomalie (von Joessel) — was den Ursprung der Aa. maxillares betrifft — mit der in Frage stehenden klar und evident in die Augen. Ohne Zweifel ist Joessel's „Circulus“ eine in gewisser Periode des Embryonallebens normal existirende Gefässanordnung. So ist es leicht zu begreifen, dass es für die Entstehung der Art. maxillaris communis nur eines Zurückbleibens im Wachsthum dieses Kreises zwischen den Ursprungsstellen der Art. maxillaris interna und temporalis superficialis (Fig. 2 b) bedarf, um die vordere Hälfte des Circulus zum anomalen Stamme der Art. maxillaris interna, die hintere zur Art. temporalis superficialis zu verwenden. (Fig. 3.)

Wenn ich mir einen ähnlichen Process zwischen den Ursprungsstellen der Art. maxillaris externa und interna (oder alveolaris inferior, Fig. 2 a), vorstelle, so bekomme ich die normale Anordnung der Gefässe, wo die Art. maxillaris externa von der interna ganz getrennt entspringt, die hintere Hälfte des Circulus zur Fortsetzung der Art. carotis externa, und die Art.

---

[1] *Dies Archiv.* 1878. S. 434. Fig. 1 und 2.

maxillaris communis zu dem Anfangstheile der Art. maxillaris externa wird. (Fig. 4.)

Es handelt sich also wie in der Norm, so auch in der von mir beobachteten Anomalie, um die Modification der vorderen Schlinge des Circulus arteriae carotidis externa (nach Joessel). Wenn die Verengerung des Lumens im mittleren Abschnitte der Schlinge stattfindet, so bekommt man die in ungemein grosser Zahl der Fälle vorkommende normale Anordnung der Gefässe; findet sie im oberen Punkte des Halbkreises statt, so kommt die so selten beobachtete Art. maxillaris communis zu Tage.

Es bleibt noch eine Combination zulässig und zwar die, wenn der Process den untersten Theil des vorderen Halbkreises, also die Art. maxillaris communis selbst angreift (Fig. 2c). Dann soll die Art. maxillaris externa an ihrer normalen Ursprungsstelle ganz fehlen und durch die Aeste der Art. maxillaris interna ersetzt werden. Es giebt in der That einige seltene Beobachtungen, welche diese Anschauung rechtfertigen. So giebt Quain[1] an, dass die Gefässe, welche die Stelle der abwesenden Art. maxillaris externa vertreten, in manchen von ihm beobachteten Fällen von der Art. maxillaris interna stammten.

Zum Schlusse halte ich für das Beste, die Worte von Krause[2] zu erwähnen:

„Fragt man, weshalb sich eine bestimmte Verbindungsbahn im Laufe der embryonalen Entwickelung abnormer Weise erweitert, während eine andere im Wachsthum zurückbleibt, so sind zwei Gründe denkbar. Entweder der Mitteldruck des Blutes ist aus irgend einem Grunde (Schwerkraft, Vermehrung der Widerstände, verstopfende Gerinnsel u. s. w.) stellenweise gesteigert resp. vermindert. Oder die Gewebselemente der Wandung vermehren und vergrössern sich spontan, d. h. aus inneren unbekannten Ursachen, in einem Falle stärker, im anderen weniger, als es normaler Weise geschehen würde. Welche auch die allgemeinen Gründe sein mögen, jedenfalls sind solche für die Entstehung der speciellen Varietäten zur Zeit nicht anzugeben, und man kann nur sagen: Erst wenn diese Räthsel gelöst sein werden, dürfte ein Einblick in die Grundgesetze der Bildung thierischer Organismen alle darauf verwendete Arbeit lohnen.“

[1] *Anatomy of the arteries etc.* p. 107.
[2] Henle's *Gefässlehre.* S. 213.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. XV.)

Fig. 1. Linke Seite des Praeparates, nach der Natur abgezeichnet.

Fig. 2. Schema des „Circulus arteriae carotidis externae" nach Joessel.

Fig. 3. Schema der Entstehung der Art. maxillaris communis aus Joessel's Circulus.

Fig. 4. Schema der normalen Anordnung der Gefässe aus Joessel's Circulus hergeleitet.

C. c. = Art. carotis communis. *C. e.* = Art. carotis externa. *C. i.* = Art. carotis interna. *Tsu.* = Art. thyreoidea superior. *Lg.* = Art. lingualis. *Oc.* = Art. occipitalis. *A. p.* = Art. auricularis posterior. *T. s.* = Art. temporalis superficialis. *M. c.* = A. maxillaris communis. *M. e.* = A. maxillaris externa. *M. i.* = Art. maxillaris interna. *A. i.* = Art. alveolaris inferior, wie sie im Falle von Joessel verlief. *Ai'* dieselbe, wie sie sich an meinem Praeparate (wo es sich wahrscheinlich um die Entwickelung einer anderen Anastomose handelte) vorstellte.

Die „militärische“ Haltung.

(Sechszehnter Beitrag zur Mechanik des menschlichen Knochengerüstes.)

Von

Prof. Hermann von Meyer.

Mit aufrichtiger Freude habe ich die Arbeit von Braune und Fischer über den Schwerpunkt des menschlichen Körpers (Leipzig, Hirzel 1889) begrüsst, indem dieselbe einen Gegenstand, für den ich mich nach der specielleren Richtung meiner Studien stets in hohem Grade interessirt habe, in einer Weise behandelt, dass derselbe dadurch nicht nur überhaupt sehr wesentlich ausgebaut, sondern namentlich auch für eine überaus wichtige praktische Verwendung geeigneter gemacht worden ist. Insbesondere ist es als ein wichtiger Fortschritt zu erkennen, dass in die Untersuchung die dritte Dimension noch mit aufgenommen ist, und dass eine möglichst genaue experimentale Bestimmung der Schwerpunkte der einzelnen Theilstücke des Körpers gewonnen worden ist, — in welchen beiden Beziehungen ich wegen mangelnden Materiales und wegen mangelhafter Hülfsmittel hinter den strengeren Anforderungen zurückbleiben musste, welche man an eine gründlich durchgearbeitete Statik des menschlichen Körpers zu machen berechtigt ist.

Nicht ohne Genugthuung habe ich finden können, dass meine Schwerpunktsbestimmungen, welche ich dadurch gewonnen habe, dass ich die einzelnen Körpertheile in die Gestalt einfacher mathematischer Körper schematisirte, im Wesentlichen mit den hier gegebenen übereinstimmen und nicht mehr von denselben abweichen, als es etwa schon durch die individuellen Schwankungen hätte bedingt sein können. — Der einzige wichtige Unterschied ist, wie die Verfasser selbst bemerken, in der Bestimmung der Lage des allgemeinen Schwerpunktes gegeben, oder vielmehr

in der Bestimmung der Lage des Rumpfschwerpunktes, denn von dessen Lage hängt ja diejenige des allgemeinen Schwerpunktes vorzugsweise ab. — Diese Verschiedenheit erklärt sich indessen ganz genügend dadurch, dass wir durchaus verschiedene Gegenstände der Untersuchung benutzt haben, — die Verfasser haben den flachliegenden (in Rückenlage gefrorenen) Rumpf untersucht, — ich aber den aufrechtstehenden. Dass diese beiden eine sehr beträchtliche Verschiedenheit von einander zeigen, ist schon hinlänglich durch die Thatsache ausgesprochen, dass die aufrechte belastete Wirbelsäule stärkere Krümmungen zeigt, als die liegende und deswegen auch in gerader Linie 4 bis 5 ^{cm} kürzer ist, als diese. Da nun aber die Halswirbelsäule und die Lendenwirbelsäule die beweglichsten Theile der Wirbelsäule sind, so zeigt sich der Unterschied in der Krümmung vorzugsweise in diesen, so dass der aufrechtstehende Rumpf eine stärkere Nackenhöhlung und eine stärkere Lendenhöhlung zeigt. Aus diesem Grunde erscheint sowohl der Kopf als auch das Becken mehr oder weniger stark gegen den Brusttheil des Rückens zurückgebogen und eine Linie, welche von der Mitte des Scheitels in gleicher Entfernung von Rücken- und Bauchfläche bis zu dem Sitzhöcker gezogen wird, hat deswegen eine beträchtlichere, nach hinten concave Krümmung als dieselbe Linie, wenn sie in gestreckter Rückenlage gezogen wird; mit anderen Worten: der aufrechte Rumpf (mit Kopf) erscheint in seinen oberen Theilen mehr nach rückwärts geworfen als der liegende. Hieraus ergiebt sich aber als selbstverständlich, dass wegen dieser Einbiegung des ganzen Rückens der Schwerpunkt des Rumpfes (mit Kopf und Armen) im Stehen weiter nach hinten liegen muss, als im Liegen, — und hieraus ergiebt sich wieder, dass dann auch der allgemeine Schwerpunkt des ganzen Körpers im Stehen weiter nach hinten liegen muss als im Liegen. — Der einzige wichtige Unterschied zwischen meinen Aufstellungen und denjenigen von Braune und Fischer erklärt sich demnach daraus, dass wir verschiedene Gegenstände untersucht haben, — Braune und Fischer den liegenden, ich aber den aufgerichteten Rumpf. — Der kleine Unterschied in der Höhe des Schwerpunktes gegenüber dem Boden oder dem (normal gestalteten) Promontorium, ist von wenig Bedeutung, indem er sehr wohl innerhalb der Grenzen der individuellen Schwankungen liegen kann; — auch hat diese Sache nicht den gleichen grundsätzlichen Werth, wie die Frage über eine mehr vordere oder mehr hintere Lage des Schwerpunktes.

Von mehr Interesse ist dagegen die von den Verfassern in Betrachtung gezogene oder eigentlich als der Hauptheil ihrer Untersuchung dastehende Frage über die typische aufrechte Haltung, welche Frage auf das Engste mit dem vorher Besprochenen zusammenhängt.

Bei der grossen Mannigfaltigkeit der möglichen und zu beobachtenden aufrechten Haltungen, für deren Zustandekommen die verschiedensten Ver-

hältnisse zusammenwirken, ist es vollständig unmöglich, irgend eine bestimmte Haltung als „typische" oder „normale" hinzustellen. Der Wunsch, eine solche bezeichnen zu können, ist aber ein sehr begreiflicher und daher eine Bemühung, diese Frage zu lösen, vollständig gerechtfertigt. — Es giebt nun aber verschiedene Arten, einen solchen Versuch zu unternehmen, und dass je nach den dabei leitenden Grundsätzen verschiedene Ergebnisse herauskommen müssen, ist ganz natürlich. Wenn man aber diese verschiedenen Ergebnisse in Bezug auf ihren Werth mit einander vergleichen will, darf man dieselben nicht für sich allein ansehen, sondern muss zugleich den Grundsätzen Rechnung tragen, durch welche sie gewonnen worden sind. Sind diese Grundsätze richtig oder annehmbar, und sind die auf sie gebauten Sätze richtig entwickelt, so muss auch jedes gewonnene Ergebniss seinen Anspruch auf Berechtigung haben, selbst wenn es mit anderen auf anderem Wege gewonnenen Ergebnissen nicht übereinstimmt.

Die unglücklichste Art des Versuches der Bestimmung einer typischen aufrechten Haltung ist diejenige, bei welcher man gewissermaassen das Publikum abstimmen lässt. Man misst die Haltung einer grösseren Anzahl von Personen, macht Statistik und erklärt diejenige Haltung als die typische, welche die Majorität für sich hat, wenn auch vielleicht eine ganz geringe. Es ist wohl kaum nöthig, noch besonders darauf aufmerksam zu machen, dass ein solches grundsatzloses, rein technisches Verfahren gar keinen wissenschaftlichen Werth hat und um so weniger, als dabei gar nicht berücksichtigt wird, dass die Wahl der besonderen Art von aufrechter Haltung für das Versuchsindividuum in dem Augenblicke der Messung von den verschiedensten Zufälligkeiten abhängig ist, so dass dasselbe Individuum zu verschiedenen Zeiten ganz verschiedene Maassergebnisse liefern kann. Auf dieselbe Ursache ist auch Nägele's Klage zurückzuführen, dass er bei seinen Messungen über die Beckenneigung an Lebenden bei demselben Individuum in jeder Wiederholung der Messung andere Zahlen fand.

Ein zweites Verfahren ist dasjenige, in welchem in voller Anerkennung der grossen Mannigfaltigkeit möglicher und geübter Haltungen irgend eine einzelne Haltung willkürlich herausgegriffen wird, weil sie gewisse Vortheile gewährt (leichte Bestimmbarkeit, bequemen Ausgang für weitere Untersuchungen u. s. w.). In diesem Sinne habe ich z. B. die Lage der Schlüsselbeine bestimmt als horizontal und so an den Thorax angeschlossen, dass die Mittellinie der Pars acromialis beider Schlüsselbeine in einer geraden Linie liegen. In dem gleichen Sinne stellen Braune und Fischer als „Normalhaltung" des ganzen Körpers diejenige hin, in welcher die Schwerpunkte aller einzelnen Theile desselben in der gleichen Querebene liegen.

Ein drittes Verfahren ist dasjenige, welches ich gewählt habe. Ich musste die Unmöglichkeit anerkennen, irgend eine bestimmte einzelne aus

der grossen Zahl der möglichen und geübten Haltungen als typisch aufzustellen, um so mehr, als eine ganze Anzahl von Kräften in sehr verschiedenem gegenseitigen Verhältniss der Betheiligung zusammenwirken, um die in dem Augenblicke vorhandene Haltung zu bestimmen (Rückenmuskeln, Bauchmuskeln, Wirbelsäulenbänder, Stellung der Beine, Schwere u. s. w.) und als ferner Jeder jeden Augenblick je nach Laune oder Bedürfniss eine andere Haltung annimmt. Ist es doch unter solchen Verhältnissen nicht einmal möglich, bei dem einzelnen Individuum eine für dieses selbst typische oder normale Stellung aufzustellen. Ich untersuchte deshalb die Grenzen, innerhalb welcher sich die ungezwungenen Ruhelagen der Wirbelsäule finden lassen und bestimmte dadurch das Umfangsgebiet dieser letzteren in deren zahlreichen Modificationen, wobei ich stets die ruhigste und sicherste Lagerung des Beckens auf den Femora als maassgebend festhielt, nämlich diejenige durch Anspannung des Ligamentum ileo-femorale. Ich stellte damit also zwei scharf gezeichnete Haltungstypen auf, nicht in der Meinung, damit zwei „Normalhaltungen" zu zeichnen, sondern nur in der Meinung, damit die Endpunkte der langen Reihe zwangloser Ruhehaltungen hinzustellen. Als diese beiden äussersten Typen erkannte ich folgende:

1. Die Wirbelsäule beugt sich so weit nach hinten, bis die elastische Gegenspannung ihrer Zwischenscheiben und Bänder, namentlich in der Lendenwirbelsäule, genügt, die Schwere des Rumpfes zu tragen.
2. Die Wirbelsäule sinkt so weit nach vorn, bis die Baucheingeweide, auf welche dabei das Zwerchfell drängt, oder vielmehr die Bauchwandungen, welche die Eingeweide stützen, durch Elasticität und Muskeltonus die Schwere des Rumpfes tragen und weiteres Sinken der Wirbelsäule hemmen.

Diese beiden Haltungen der Wirbelsäule erhalten sich mit möglichst wenig Muskelthätigkeit und sind also diejenigen, welche am meisten in der Architektur des Körpers als solcher begründet sind. Jede derselben verlangt aber auch ihre eigene Stellung der Beine gegen den Boden, weil in der ersten Art der Haltung der Schwerpunkt des Rumpfes weiter nach hinten, in der zweiten aber weiter nach vorn liegt. Wird als maassgebend eine solche Lage der Schwerlinie angesehen, dass sie annähernd in den Mittelpunkt des durch beide Füsse gebildeten Viereckes fällt, so müssen für die erste Art der Haltung die Beine mit ihrem oberen Theile mehr nach vorn geneigt sein, für die zweite Art aber können und müssen sie senkrechter stehen.

Durch die Vereinigung der Wirbelsäulenhaltung und der zugehörigen Beinstellung entstehen somit zwei scharfgezeichnete Bilder der gesammten

Körperhaltung, zwischen welchen als den Grenzen nach beiden Seiten hin alle ungezwungenen Ruhehaltungen des Körpers im aufrechten Stehen zu finden sind und häufig genug ausgeführt werden. Dass, um diese kurz zu bezeichnen, Benennungen für beide gefunden werden mussten, ist deutlich. Ich wählte für die erste Art der Gesammthaltung den Namen der „militärischen", für die zweite Art denjenigen der „nachlässigen"; ich hätte aber lieber den treffenderen Ausdruck „bummelig" gebraucht, wenn dieses der trivialen Umgangssprache angehörige Wort in der Schriftsprache als berechtigt anerkannt wäre.

Die Benennung der „nachlässigen" Haltung hat nie einen Tadel gefunden. — Dagegen hat die Benennung „militärische" Haltung das Unglück gehabt, zu vielen Missverständnissen und Missdeutungen Veranlassung zu geben und dadurch vielfach Tadel zu finden, so auch in der Abhandlung von Braune und Fischer. — Ich finde mich dadurch veranlasst, einestheils die Wahl dieses Ausdruckes zu rechtfertigen und anderentheils mich bestimmter darüber zu äussern, wie er zu verstehen ist.

Diese Haltung ist diejenige, in welcher das Eigenthümliche der menschlichen aufrechten Haltung sich am schärfsten ausgesprochen findet, in welcher sich deshalb auch die menschliche Gestalt am vortheilhaftesten entfaltet; — da es nun aber der Zweck der militärischen Haltung ist, eine solche möglichst vortheilhafte Erscheinung zu erzielen, so lag es nahe, diese Benennung „militärisch" für die betreffende Haltung zu wählen. — Die tadelnde Kritik richtet sich theils gegen die Wahl der Benennung, theils will sie nicht anerkennen, dass diese Haltung eine wirklich ohne Zwang ausgeführte sein könne.

Was zuerst den letzteren Punkt angeht, so kann ich nur versichern, dass in allen meinen Versuchen mit verschiedenen Personen diese Haltung ohne allen Zwang gewonnen und ohne Anstrengung eingehalten wurde, wenn sie der Aufgabe nachkommen wollten, „stramm" aufrecht zu stehen. Die Schieflage der Beine war dann der Art, dass ein Senkel aus dem Hüftgelenkmittelpunkte (äusserlich angedeutet durch den fühlbaren vorderen Rand des Trochanters) in das Metatarso-Phalangal-Gelenk der kleinen Zehe oder in diese selbst fiel. — Wie wenig diese Stellung etwas Erzwungenes ist, zeigt sich darin, dass man sie in Badeanstalten, wo nicht eine Bekleidung die Einzelheiten versteckt, sehr häufig beobachten kann, — und beweisend dafür ist auch der Umstand, dass die Figur Tafel V von Braune und Fischer „bequeme Stellung" sehr wenig von ihr verschieden ist, — so dass diese „bequeme Stellung" in der Reihenfolge der zwischen den von mir aufgestellten beiden Extremen liegenden möglichen Stellungen meiner „militärischen" sehr nahe steht.

In Bezug auf das Verhältniss der fraglichen Haltung zu dem Militärwesen habe ich oben nur eine allgemeine Andeutung gegeben, um die Wahl der Benennung zu motiviren. Diesem habe ich nur noch beizufügen, dass dieselbe auch wirklich demjenigen entspricht, was bei dem Militär angestrebt und so weit als möglich eingeübt wird. — Das Commando des Instructors lautet: „Aus den Hüften gehoben! Brust heraus! Bauch hinein!" — Wird mit Einbiegung der Lendenwirbelsäure der obere Theil des Rumpfes so weit nach hinten geführt, bis die elastische Gegenspannung der Lendenwirbel ihn trägt, so ist jenem Commando in allen Theilen genügt: der Brusttheil des Rumpfes ist durch die schlankere Weichengegend von dem Becken getrennt (aus den Hüften gehoben), — der Brustkorb erscheint wegen der Rückwärtslehnung der Brustwirbelsäule nach vorn gewölbter und höher (Brust heraus), — und wegen grösserer Entfernung des unteren Thoraxrandes von dem oberen Beckenrand sind die Bauchwandungen angespannt und damit der Bauch abgeflacht (Bauch hinein). — Ferner ist daran zu erinnern, dass der Haupttheil oder der eigentliche Ausgangspunkt der ganzen Stellung die Einbiegung der Lendenwirbelsäule ist und dass diese in den Schrittübungen systematisch geübt und ausgebildet wird, denn bei der Ausführung möglichst grosser Schritte mit möglichst gestreckten Beinen ist sehr starke Einbiegung der Lendenwirbelsäule ein nothwendiger Bestandtheil der ganzen Action.[1] — Diesen Thatsachen gegenüber dürfte doch wohl die Benennung der fraglichen Haltung als einer „militärischen" nicht so unpassend erscheinen, indem in ihr wenigstens das angestrebte Ziel der militärischen Körperbildung aufgestellt ist.

Wenn nun auch offenbar dieses Ziel bei der Rekrutenausbildung beständig leitend ist, so folgt daraus noch nicht, dass dasselbe bei allen Personen erreicht wird, so dass man im Ganzen zufrieden sein muss, wenn zuletzt der „Mann" als Ganzes eine gerade aufrechte Haltung zeigt. Noch weniger folgt daraus, dass man eine jede Haltung, die man bei einem beliebigen im Dienste stehenden Individuum findet, deswegen als typisch militärisch ansehen darf, weil dasselbe einen Soldatenrock trägt. Ebenso wenig ist es aber auch gerechtfertigt, wenn man meiner fraglichen Haltung die Berechtigung, einen gewissen charakterisirten Typus darzustellen, bloss deswegen absprechen will, weil ich sie in Ermangelung eines besseren Ausdruckes „militärisch" genannt habe, während doch viele Soldaten diese Haltung nicht haben oder nicht zu Stande bringen.

Welche Schwierigkeiten sich den Bemühungen, dem „Manne" eine gute Haltung beizubringen, entgegenstellen, ist bekannt. Auch hat es

[1] Vergl. hierüber meinen Aufsatz: Ueber die Kniebeugung in dem abstossenden Beine. *Dies Archiv.* 1869. Physiol. Abthlg.



humoristischen Zeichnern schon reichlichen Stoff gegeben, darzustellen, wie ungeschickte Rekruten das „Brust heraus“ in der Weise hervorzubringen pflegen, dass sie durch Beugung im Hüftgelenk den ganzen Rumpf nach vorn neigen und dann den Kopf zurückwerfen, um dadurch die Brust relativ mehr hervortreten zu lassen. Dass hiermit weder das „Aus den Hüften gehoben“, noch das „Bauch hinein“ gegeben ist, ist selbstverständlich; — und wenn man die Figur Tafel VI der Abhandlung von Braune und Fischer betrachtet und sieht, wie in dieser der ganze Rumpf nach vorn geneigt ist und der Bauch heraustritt, so wird man unwillkürlich an jene Skizze von Rekruten erinnert.

Für die auf dieser Tafel gezeichnete Haltung lässt sich indessen auch eine andere Erklärung geben. Vergleicht man sie nämlich mit der Figur auf Tafel XIII, so findet man, dass beide Figuren in Bezug auf Haltung des Rumpfes und der Beine möglichst genau mit einander übereinstimmen, nur sind in Tafel XIII die Schultern mehr nach vorn gezogen, um dem Tragriemen des Ranzens mehr Halt zu geben, und der Winkel der Beinaxe gegen die Senkrechte ist in Taf. VI um 5° geringer als in Taf. XIII. Es ist also auch die Möglichkeit anzuerkennen, dass das Modell auf das Geheiss, eine „stramme“ Stellung einzunehmen, diejenige Rumpfhaltung wählte, welche es unter dem Gepäck einzunehmen pflegt, und dann die ganze Haltung, weil die Schwere des Gepäckes fehlte, durch etwas senkrechtere Beinstellung corrigirte.

Mag man aber auch diese Stellung (Tafel VI) so oder so erklären, mag man sie sogar auch, wenn man will, als die durch die Rekrutenausbildung erstrebte, wirklich typische militärische Haltung ansehen, so kann sie doch keineswegs zur Kritik meiner „militärischen“ Haltung benutzt werden, denn diese ist nach bestimmten statischen Grundsätzen componirt und es sollen in ihr gewisse Gesetze niedergelegt sein; — keineswegs aber will ihr Name die Behauptung aufstellen, dass alle diejenigen, welche den Soldatenrock tragen, auch diese Haltung zeigen, wenngleich ich mich aus oben angegebenen Gründen berechtigt glaube, anzunehmen, dass sie die in der militärischen Ausbildung angestrebte sei. — Ebensowenig kann die „bequeme Haltung“, Tafel V, zu einer Kritik meiner militärischen Haltung benutzt werden, denn sie ist nur eine der unzähligen individuellen Haltungen, deren Gebiet ich durch Aufstellung der beiden oben angegebenen Haltungen als Grenzen bezeichnet habe, über welche hinaus keine zwanglosen Ruhehaltungen mehr gefunden werden, sondern nur solche, welche durch stärkere Muskelthätigkeit erzeugt und unterhalten werden.

Ich glaube mit diesem den Standpunkt genügend bezeichnet zu haben, von welchem aus die Aufstellung meiner „militärischen“ Haltung zu

beurtheilen ist, und darf daher wohl der Hoffnung Raum geben, dass der gewählte Name künftig nicht mehr Gelegenheit zu Missdeutungen geben dürfe.

In derselben Abhandlung findet sich S. 625 eine kritische Bemerkung über das von mir aufgestellte Gesetz des Mechanismus der aufrechten Haltung, auf welche Bemerkung ich noch Einiges zu erwidern genöthigt bin, soweit solches nicht schon durch Obiges gegeben ist. — Eigentlich würde als Antwort auf diese Bemerkung schon ein Hinweis auf meine Schrift über *„die Statik und Mechanik des menschlichen Fusses“* (Jena, Fischer, 1886) genügen, indem ich in dieser veranlasst war, dieses Gesetz noch einmal kurz zu motiviren; — indessen darf ich doch wohl dem dort Gesagten noch einige Worte mit directerer Beziehung auf jene Bemerkung beifügen.

Es ist in jener Bemerkung gesagt, dass bei festgestellten („festgeschraubten“) Schenkeln die Wirbelsäule ziemlich weit nach hinten gebogen werden könne, weil alsdann der Rumpf durch das Ligamentum Bertini getragen werde. — Dieser Satz ist mir vollkommen unverständlich. — Warum soll die Bewegungsmöglichkeit der Wirbelsäule von der Feststellung der Schenkel abhängig sein? — Ist doch eine Rückwärtsbeugung derselben in jeder Lage und Stellung möglich und insbesondere auch in jeder Art von aufrechter Haltung, vorausgesetzt nur, dass der Gesammtschwerpunkt des Körpers die nöthige Unterstützung findet; denn diese Bewegung der Wirbelsäule ist ja nur Wirkung des Opisthothenar, welcher in gar keiner mechanischen Beziehung zu dem Beine oder dem Hüftgelenk steht; — und warum soll es dafür erst noch nothwendig sein, dass die Schenkel „festgeschraubt“ werden?

In diesem Satze ist aber auch noch ausgesprochen, dass nur unter ausserordentlichen Bedingungen der Rumpf durch das Ligamentum ileofemorale (Bertini) „getragen“ d. h. im Hüftgelenk gegen das Femur festgestellt werde. Hiergegen darf ich nur darauf verweisen, dass ich bei verschiedenen Gelegenheiten und insbesondere auch in der genannten Schrift S. 14 und 15 nachgewiesen habe, dass in allen ungezwungenen aufrechten Haltungen das Becken gegen das Femur festgestellt wird durch die hinter dem Hüftgelenke wirkende Schwere des Rumpfes und den vor demselben sich geltend machenden Widerstand des Ligamentum ileo-femorale. — Dass dabei die Möglichkeit verschiedenster gewollter nur durch Muskelthätigkeit zu erzielender und zu unterhaltender Stellungen des Beckens gegen die Femora nicht ausgeschlossen ist, ist selbstverständlich.

An der gleichen Stelle ist ein Tadel ausgesprochen gegen meine Aufstellung der Hemmung im Fussgelenk beim aufrechten Stehen; aller-

dings ist mir dabei eine solche Hemmung für die obere Articulation des Astragalus anerkannt, für die untere aber in Abrede gestellt. Gegen diesen Tadel habe ich von verschiedenen Standpunkten aus Einwand zu machen.

Für's erste konnte ich bei der Aufstellung des besprochenen Gesetzes nur die symmetrische aufrechte Stellung im Auge haben und für diese konnte nur die obere Astragalusarticulation in Rücksicht kommen und zwar in gleichzeitiger Verwendung auf beiden Seiten. — Indessen habe ich die untere Astragalusarticulation darum doch nicht hierbei ausser Acht gelassen; denn ich habe ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht, dass auch in dieser Articulation beim aufrechten Stehen eine ähnliche Hemmung gegeben sei, indem theils durch den von dem belasteten Ligamentum ileo-femorale ausgehenden Rotationszug, theils durch die Wirkung der Schwere auf den Astragaluskörper der Astragaluskopf nach innen gedrängt wird, wodurch einerseits das Fussgewölbe gespannt wird und andererseits eine Erschwerung der freien Beweglichkeit der unteren Astragalusarticulation gegeben ist. (Vergl. hierüber obengenannte Schrift S. 22 bis 28.)

Ausserdem muss ich noch besonders hervorheben, — und muss dafür ebenfalls auf genannte Schrift verweisen — dass es meine Meinung durchaus nicht ist und nicht sein konnte, dass die von mir hervorgehobenen Hemmungen im Kniegelenk und in den beiden Astragalusarticulationen absolute Unmöglichkeit für Bewegungen bieten oder absolute Feststellungen sein sollen. — Ich habe sie nur als Verhältnisse dargestellt, welche den bei der Haltung wirkenden Muskeln einen Theil ihrer Aufgabe abnehmen und zugleich solche Bewegungen, welche, auf irgend eine Weise eingeleitet, das Einhalten der aufrechten Haltung stören könnten, erschweren. In der Darstellung derselben habe ich nur dem grundsätzlichen Standpunkte entsprochen, nach welchem ich es mir als besondere Aufgabe stellte, alle in der Statik des Knochengerüstes wirkenden physikalischen Kräfte (Schwere, Spannung, Elasticität, Widerstände) zu würdigen, welche von der sehr verbreiteten bequemen Auffassung vernachlässigt werden, die sich damit begnügt, für die Statik des Körpers nur Muskelkräfte in Anspruch zu nehmen. (Vergl. hierüber auch oben genannte Schrift S. 2 bis 6.)

Die Verschiebungsbahn des Unterkiefers am Schädel.

Von

Ferdinand Graf Spee,
Prosector am anatomischen Institut zu Kiel.

(Hierzu Taf. XVI.)

Die folgenden Erörterungen beziehen sich auf den Gang solcher Bewegungen des Unterkiefers, bei deren Ausführung die Kauflächen der Zahnreihen in Contact oder Aneinanderpressung, eventuell unter Zwischenlagerung dünner Speiseschichten aneinander verschoben werden, also Bewegungen, die als Seitenwendungen und sagittale Verschiebungen des Unterkiefers isolirt ausgeführt werden können oder im Anschluss an eine Abbeissbewegung als Rückwärtsrutschen des Unterkiefers sehr häufig eintreten. Der Verlauf dieser Bewegungen, die gerade dem Zermahlen der Speisen dienen, hängt nicht nur von dem mechanischen Apparat des Kiefergelenkes im engeren Sinne ab, sondern wird sehr wesentlich von der Configuration der Kauflächen der Zähne mit bestimmt. Dementsprechend sind beide in harmonischer Weise einander angepasst. Doch ist dies Verhältniss von den bisherigen Untersuchern nicht aufgedeckt worden. Die (allerdings beim Studium der Senkung des Unterkiefers) von Langer[1] gewonnene Ansicht, dass der Unterkiefercondyl sich bei Vor- und Rückschiebung in sagittaler Richtung um die untere Fläche des Tubercul. glenoid. in einer Curve bewege, die der Flächenkrümmung des letzteren concentrisch sei und deren Axe im Tuberculum liege, ist wenigstens bei Ausführung der Bewegung mit gegen einander gepressten Zahnreihen nicht richtig.

[1] Das Kiefergelenk des Menschen. *Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wissenschaften zu Wien.* 1880. S. 457. Hier ist die Litteratur über das Kiefergelenk zusammengestellt.



H. Meyer,[1] der in glücklicher Weise vergleichend anatomische Befunde für die Deutung feinerer Details der Gestaltung des menschlichen Kiefergelenks verwerthet, spricht überhaupt nicht von einer Axe für die Sagittalverschiebung. Ebensowenig Henke.[2]

Mit Hülfe der Gestaltung der Kauflächen der Zähne lässt sich nun doch wenigstens in der grossen Mehrzahl der Fälle je eine festliegende Axe ermitteln, um welche sich der Unterkiefer bei einfacher Verschiebung in sagittaler oder seitlich davon nach links oder rechts etwas abweichender Richtung auf einer Kreisbahn bewegt.

Betrachtet man zu diesem Zwecke die Profilansicht eines menschlichen Schädels, so zeigt sich sehr gewöhnlich, dass die Kauflächen der Mahlzähne jederseits zusammen in einem am Oberkiefer abwärts convexen, am Unterkiefer aufwärts concaven Bogen verlaufen. Dies Verhältniss findet sich im Texte anatomischer Werke nicht berücksichtigt. Hier und da findet man es in Abbildungen, besonders solchen, die von Künstlern nach der Natur ausgeführt wurden, richtig wiedergegeben, in den meisten aber kommt es nicht zum Ausdruck. Ebenso wenig hat es bei plastischen Nachbildungen menschlicher Gebisse durch Zahntechniker oder an den in Paris angefertigten Praeparaten menschlicher Schädel mit künstlich eingesetzten Zähnen eine verständige Berücksichtigung gefunden, indem sich häufig vielmehr eine unberechtigte Tendenz, die Mahlflächen der Zähne in einer horizontalen Ebene anzuordnen, zu erkennen giebt.

Eine gute Vorstellung von dem in sagittaler Ebene abwärts convexen Bogen, in welchem die Mahlflächen des Ober- und Unterkiefers zusammenstossen, giebt die photographische Profilaufnahme des Schädels in Fig. 1. Da die Mahlzähne desselben durch Abnutzung alle Kronhöcker verloren haben, so dass die aneinander abgeschliffenen Kauflächen genau aufeinander passen, so verläuft die aufwärts concave Curve der letzteren in sagittaler Ebene als glatte Linie. Bei Gebissen mit völlig erhaltenen Kronhöckern zeigt sich im Wesentlichen eine ebenso bogenförmige Anordnung der Kauflächen, nur treffen dabei die letzteren in einer unregelmässig höckerigen Profillinie zusammen, deren Erhebungen und Vertiefungen aber dann doch unverkennbar als kleine Schwankungen um eine glatt gedachte bogenförmige Nulllinie gruppirt sind (Fig. 2). Da die genauere Untersuchung der Curve immerhin durch das Vorhandensein der Kronhöcker complicirter wird, als bei Reduction aller Unebenheiten der Kaufläche durch Abschleifung, so wählt man zweckmässig Fälle der letzteren Art zum Ausgangspunkt für

[1] Das Kiefergelenk. VII. Beitrag zur Statik und Mechanik des menschlichen Knochengerüstes. *Dies Archiv.* 1865. S. 719. — Auch in dem Werke *Statik und Mechanik des menschlichen Knochengerüstes.* Leipzig 1873.

[2] *Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke.* 1863.



die allgemeine Erörterung der gemachten Befunde. Bestimmt man an einem solchen Specialfall den Verlauf der Curve in der Profilansicht des Schädels, z. B. in Fig. 1, oder auch an deren geometrischer Projection auf die Sagittalebene genauer mit dem Zirkel, so ergiebt sich:

1. dass die ganze sichtbare Contactlinie der Kauflächen der Molarzähne annähernd genau auf Punkte desselben Kreisbogens fällt; und ferner
2. dass dieser die Sagittalansicht der Kauflächen bestreichende Kreisbogen in seiner Fortsetzung nach rückwärts den vordersten Punkt des Kiefergelenkkopfes streift.

Demnach liegen also gerade die Punkte des Unterkiefers, die sich an dem übrigen Schädel in Contact verschieben, im Praeparat auf demselben Cylindermantel. Die Lage der Krümmungsaxe des letzteren ergab Construction und Messung mit dem Zirkel etwa in der horizontalen Halbirungsebene der Augenhöhle, hinten von der Crista lacrym. posterior. In der Seitenansicht erscheint sie als Punkt (Fig 1 *a*).

Die Form der Schliffläche der Zähne entwickelt sich in Folge ihrer Verschiebung aneinander und deswegen auch conform der Bahn, in welcher die Zähne des Unterkiefers dabei bewegt wurden. Dieselbe ist nun aber, da die Zähne im Kiefer als feststehend angesehen werden müssen, nicht nur der Ausdruck für eine Bewegung der Zähne, sondern auch für eine Bewegung des ganzen Unterkiefers. Unter gleichzeitiger Rücksicht auf (1) folgt dann, dass diese Bewegung in Kreisbahnen erfolgt ist, also wie die eines Pendels um eine Axe erfolgt sein muss, die gegeben ist in der transversalen Verbindungslinie der Krümmungsmittelpunkte der in der Sagittalprojection sichtbaren Contactcurve der Kauflächen jeder Seite. Aus (2) folgt weiter, dass der vorderste Theil der Gelenkfläche des Kieferkopfes sich dabei auf Kreisbahnen von derselben Radiuslänge wie die Kaufläche der Mahlzähne bewegt hat, d. h. dass diese Theile sich auf demselben Cylindermantel bewegt haben.

Der am meisten nach vorn vorspringende Theil des Kiefergelenkkopfes ist gleichzeitig ziemlich der lateralste, gehört also derjenigen Hälfte des Kieferkopfes an, die nach den Ausführungen von Meyer[1] bei symmetrischer Vor- und Rückschiebung des Unterkiefers allein in dichter Anlagerung am Tuberculum (wenn auch durch Vermittelung des Meniscus), ab- und aufgleitet.

Die Theile einer entsprechend dicken Walze, um welche die auf der Fläche desselben Hohlcylinders liegenden Punkte des Unterkiefers schleifen, werden gebildet durch die Mahlflächen der Zähne des Oberkiefers und die Gelenkfläche

[1] A. a. O.

des Tubercul. glenoidale sammt Meniscus. Obwohl der Radius des Tubercul. glenoidale viel kürzer ist als der Radius dieser Walze, kann doch eine ihrer Oberfläche conform und concentrisch geordnete Reihe von Stützpunkten für jeden Augenblick der Bewegung des Kiefercondyls am Tuberculum dadurch hergestellt werden, dass der Meniscus sich mit einem dickeren Abschnitt seiner Keilform zwischen beide einschiebt und die Kürze des Krümmungsradius des Tuberculum eliminirt. Indem also Vor- und Rückschiebung des Unterkiefers in Form von Kreisbewegungen verlaufen, ist dafür gesorgt, dass solche Verschiebungen in längerer Strecke ausgeführt werden können, ohne dass eine Entfernung der Zahnreihen von einander einzutreten braucht. So wird eine vollkommenere Ausnutzung der Mahlbewegung erzielt. Eine Entfernung der Mahlflächen von einander muss dabei erst dann eintreten, wenn bei Vorhandensein stark vorspringender Eckzähne in Unter- und Oberkiefer diese sich über einander verschieben. Doch kann dies auch durch Abschleifung beseitigt sein.

Wären die Mahlflächen der Zähne bei Vorhandensein des Tubercul. articul. in einer Ebene angeordnet, so würde eine parallele Verschiebung der einander genäherten Zahnreihen an einander vorbei nicht möglich sein, ein Zerreiben resp. Zermahlen der Speisen also nicht erfolgen. Bei der Construction künstlicher Gebisse dürfte dies mit Vortheil zu berücksichtigen sein, nicht bloss zur besseren Ermöglichung der Mahlbewegung, sondern auch zur Vermeidung von Hebelwirkungen beim Kauen, die sich um so weniger geltend machen, eine je längere Contactfläche für jede Stellung der auf einander gepressten Zähne sich findet. Für die Abschleifung der Zähne in sagittaler Richtung ist neben den isolirt in dieser Richtung nur selten ausgeführten Verschiebungen vor Allem die Rückwärtsverschiebung des Kiefers, welche sehr gewöhnlich der Abbeissbewegung sich anschliesst, wirksam.

Für die Abschleifung überhaupt kommen ausserdem die alternirenden Seitendrehungen des Kiefers um fast senkrechte Axen in Betracht, bei denen sich jedes Mal die Zähne der Seite, nach welcher die Seitenwendung erfolgt, in annähernd querer Richtung einseitig abschleifen, indem die des Unterkiefers sich unter den stets am tiefsten hinabragenden lateralen Rand der Zähne des Oberkiefers, Fig. 2, im Ganzen also in einer lateralwärts abfallenden Richtung verschieben. Letzteres hat zur Folge, dass die gleichzeitig im Bogen vor- und medianwärts bewegten Zähne der anderen Seite mit denen des Oberkiefers nicht in Contact bleiben, was übrigens durch das einseitige Vortreten des Condyls auf die mediale Hälfte des Tuberculum auch bewirkt würde (Meyer). Die rückläufige Bewegung, bei der der Kiefercondyl in seine Fossa zurückrutscht, kann so ausgeführt werden, dass die Zähne dieser Seite ziemlich in der Richtung wie sie hintereinander stehen (rück-auswärts) an einander hinschleifen. Diese Bewegung folgt natürlich auch dem aufwärts

concaven Bogen, der in der Sagittalprojection mit geringer Verkürzung als Bahn der Sagittalverschiebungen des Kiefers oben in Betracht kam. Die Bewegung erfolgt aber diesmal parallel der grössten Länge der Curve, die nur bei Betrachtung derselben von etwas vorn und der Seite her sichtbar wird, also flacher verläuft. Da in dieser Ansicht auch die transversale Distanz des Kiefercondyls von den lateralen Zahnflächen nicht mehr in totaler Verkürzung erscheint, findet man doch, dass die Fortsetzung dieser mit längerem Radius beschriebenen Curve ebenfalls den lateralen Theil der Vorderfläche des Kiefercondylus bestreicht. (Fig. 1, *b*.)

Nun bilden genau genommen die Schliffflächen der Mahlzähne je einer Seite zusammen einen etwa rechteckigen Streifen Fläche, der um seine mehr sagittalstehende Diagonale jederseits in entgegengesetztem Sinne etwas spiralig gedreht ist, indem die Mahlflächen der Weisheitszähne beider Seiten nach innen abfallen, die der 2. Molarzähne mehr horizontal stehen, die der vorderen Molarzähne nach aussen abfallen. Ihr Verlauf weicht dadurch von einer Cylinderfläche etwas ab. Dies Verhalten wird, von der Vertheilung des Schmelzes abgesehen, durch die Schrägstellung der Zähne bedingt. Bekanntlich neigt ja der zweite, mehr noch der dritte Mahlzahn meist die Krone im Unterkiefer lingual-, im Oberkiefer labialwärts, um mit seinen Antagonisten in Contact zu kommen. Die so entstehende Complication der Schliffflächen ist aber zu unbedeutend, um die Bewegungsbahn im Ganzen wesentlich abweichend von dem oben Gesagten zu gestalten. Bei sagittalen symmetrischen Verschiebungen speciell kommt sie gar nicht in Frage, weil sich hierbei alle symmetrisch schräg zur Medianebene gerichteten Bewegungsmomente gegenseitig ebenso aufheben, wie die medianwärts gerichteten Kraftcomponenten der Mm. pteryg. extern.

Bezüglich der Bahn für die Sagittalverschiebung gewann Langer (a. a. O.) auf Grund autographischer Curven der Bewegung des inneren Schneidezahns die Anschauung, dass sich der Unterkiefer auf sehr flachen Curven resp. geraden Linien verschiebe. Dies trifft in der Regel nicht zu, wie denn auch die neuerdings von Luce[1] unter Bowditch's Leitung durch Photographie gewonnene Curve der Verschiebung des Kiefers nicht mit Langer's Angaben in Einklang steht, sich aber in erfreulicher Uebereinstimmung mit den Ergebnissen befindet, die sich aus der Gestaltung der Schliffflächen der Zähne für den Gang der sagittalen Verschiebung ableiten, indem sie zum Ausdruck bringt, dass der Unterkiefer sich in einer aufwärts concaven Curve vorschiebt.

Immerhin sind die autographischen Curven kurz, indem die grösstmögliche Vorschiebung des Kiefers etwa $1^1/_3$ cm ist. Hat man letztere aus-

[1] Charles E. Luce, The movements of the lower jaw. *Boston medical and surgical journal.* 1889. (Vergl. Fig. 4.)

geführt, so umgreifen in der Regel die unteren Schneide- und Eckzähne von vorn und aussen her die oberen. Dabei rückten die labialen Ränder je eines unteren Molarzahnes unter die labialen Ränder des je nächst vorderen oberen. Beim Kauen werden aber bloss etwa $^2/_3$ dieser Verschiebungsgrösse benutzt, für die Mahlbewegung speciell nur etwa $^1/_3$. Diese also recht kleine Verschiebung zum Zweck der Mahlbewegung wird doch in hohem Grade wirksam und wichtig durch ihre häufig wiederholte Ausführung und dadurch, dass sehr lange Mahlflächen sich an einander verschieben. Da an der ganzen Länge der letzteren, also an einer viel längeren Strecke als an der autographischen Verschiebungscurve, durch die Form der Abschleifung die Richtung der stattgehabten Bewegung sich, wie an einer Gelenkfläche, sehr genau markirt, so bietet die Beschaffenheit der Schlifffläche der Mahlzähne für genaue Beurtheilung des Ganges der stattgehabten Bewegung so wie auch für die Analyse der autographischen Curve sogar die sichersten Anhaltspunkte.

Was schliesslich den Bandapparat des Kiefers anbelangt, so passt sich derselbe im Ganzen innerhalb gewisser Grenzen ohne Spannung den neuen Lagen des verschobenen Kiefers an. Sehr früh spannt sich nur, wie schon Langer[1] fand, der in der Fasc. buccopharyngea verlaufende Faserzug des Lig. access. mediale bei Vorschiebung. Da dessen Insertion an den Kiefer nach vorn vom Kiefercondylus liegt, so entwickelt sich dabei eine Kraft, die das Kinn stirnwärts bewegen würde, was in guter Uebereinstimmung mit dem aufwärts concaven Bogen der Kauflächen der Zähne steht.

Bei maximal werdender Vorschiebung wird zunächst die Vorwärtsbewegung des Meniscus dadurch gehemmt, dass seine hinteren Befestigungsbänder sich spannen. Indem seine vordere Hälfte dabei wie ein Keil zwischen Kieferkopf und Gelenkhöcker besonders kräftig eingeschoben wird, beide aber sich nur wenig aus einander drängen lassen wegen der Lig. lateralia, ist u. a. auch hierdurch eine Hemmung für die Vorwärtsbewegung des Kiefergelenkkopfes eingetreten. — Die kleine Senkung im Schlusstheil der autographischen Curve des Kieferkopfes in Luce's Fig. 4 deute ich daher als Ausdruck der Einschiebung des Meniscus mit einem dickeren Abschnitt zwischen die knöchernen Gelenktheile.

Specielle Befunde an verschiedenen Gebissen.

Unter den Thieren zeigen Hufthiere und Wiederkäuer, soweit meine Erfahrungen reichen, ausnahmslos, ausserdem manche Affenarten (Orang) die Kauflächen der Zähne in aufwärts concaven Curven geordnet, deren

[1] A. a. O. S. 467.

Fortsetzung nach rückwärts, auch wie beim Menschen, durch die Vorderfläche des Kiefercondyls geht. Der Radius des Cylindermantels, auf dem sie liegen, ist im Allgemeinen um so länger, je grösser das Thier, je prognater der Schädel ist. So fand sich seine Länge beim

Pferd	Cervus elephas.	Cervus dama.	Kleiner Affe.	Erwachs. Mensch.
21·9 cm	18·0 cm	12·9 cm	8·5 cm	6·5—7·0 cm

Vergleichung der bei Thieren gefundenen Maasse mit denen beim Menschen zeigen, dass abgesehen von der Körpergrösse auch die relative Kleinheit des Gesichtsschädels mit Kürze des Radius und grösserem Bogenwerth der Curve zusammentrifft. Dies scheint auf möglichste Verlängerung der Mahlfläche innerhalb beschränkter Raumverhältnisse abzuzielen und ist deswegen zweckmässig.

Nager und Raubthiere haben die Curven der Kauflächen nicht. Denselben fehlt auch das Tubercul. articulare, welches die erstgenannten Thiere sämmtlich besitzen. Die Entwickelung des gebogenen Verlaufes der Kauflächen scheint daher an das Vorhandensein des Tuberculums gebunden, ebenso die kreisförmige Bahn bei sagittaler Schubbewegung des Kiefers. Mit Hülfe dieser Erkenntniss erklären sich einige von der Regel abweichende Fälle bei Menschen, deren am Schlusse dieser Arbeit gedacht werden wird.

Die specielle Untersuchung menschlicher Kiefer wurde, um die Beschreibung rein individueller Eigenthümlichkeiten zu vermeiden, zwar an möglichst vielen Kiefern von mir unternommen, indess ist deren Zahl doch keine sehr grosse geworden, weil für die verfolgten Zwecke unbedingt nur schön erhaltene und vollständig entwickelte Gebisse, niemals skelettirte Kiefer mit künstlich ohne Controle eingesetzten Zähnen brauchbar sind. Da aber gute Gebisse verschiedener Racen den obigen Befund ergaben, so kommt ihm doch allgemeinere Bedeutung zu.

Die Beobachtungen hatten die oben besprochenen Lageverhältnisse der Mahlflächen der Zähne zur Gelenkfläche des Unterkiefers festzustellen und wurden auf verschiedene Art angestellt.

Am einfachsten lassen sich die nöthigen Messungen an genauen geometrischen Sagittalprojectionen ausführen. Da die Mahlzahnreihe bei Erwachsenen nicht sehr stark (im Durchschnitt um eine Winkelgrösse von weniger denn 20°) von der Sagittalebene abweicht, so lassen sich ohne störenden Fehler auch Projectionen durch grosse Linsen, also Photographien benutzen. Durch Abtasten der Zahnkronen mit Hülfe einer verstellbaren Zeigervorrichtung bestimmte ich den Radius der Curve näherungsweise bei Vorhandensein starker Kronzacken (Wiederkäuer). Bei abgeschliffenen Kauflächen des Menschen verfuhr ich genauer so: die Verticalabstände beliebiger hinter einander liegender Punkte der Kaufläche und des vor-

dersten Punktes der Gelenkfläche des Unterkiefers von der Horizontalebene wurden in richtigen Entfernungen von einander in ein Coordinatensystem eingetragen und dann durch möglichst genaue Construction, deren Resultat nicht vorauszusehen war, das Centrum eines Kreises gesucht, der womöglich alle Punkte berührte. Sehr annähernd liess sich ein solches in den meisten Fällen ermitteln; in einzelnen Fällen lagen alle Punkte (bei starker Abschleifung) erstaunlich genau auf demselben Kreise. (Fig. 4.) Derartig genau kreisförmige Abschleifungen würden sich durch Abnutzung doch nicht erklären lassen, wenn nicht von vornherein vorhanden gewesene Bewegungsmomente, bez. Formverhältnisse dauernd auf ihre Entstehung hingewirkt hätten. Solche sind theilweise schon darin gegeben, dass, wie eingangs erwähnt wurde, auch die Kronhöcker nicht abgenutzter Mahlzähne im Ganzen entlang einem abwärts convexen Bogen angeordnet sind, der schon im kindlichen Kiefer mit Milchgebiss sich auszuprägen beginnt, während gleichzeitig das Tubercul. articulare sich entwickelt. In letzter Instanz kommen also wohl der Species eigenthümliche Wachsthumsverhältnisse als Ursache in Betracht. (Fig. 4; s. auch Fig. 2.)

Manchmal ist anfangs die Curve der Kaufläche am Unterkiefer wenig deutlich, viel flacher als am Oberkiefer, dem sie selten fehlt. In solchen Fällen scheint der ungleiche Druck, der die Zähne trifft, einen allmählichen Ausgleich des Curvenunterschiedes herbeiführen zu können.

Da sich nämlich im Allgemeinen zeigt, dass Zähne, deren Antagonisten fehlen, durch Ausfüllung der Alveole mit neuer Knochenmasse mehr und mehr aus ihrer Höhle herausgehoben werden, während Zähne bei erhaltenen Antagonisten mit der Wurzel tief in der Alveole sitzen bleiben, so liegt die Annahme nahe, dass Zähne, so lange sie geringerem Druck ausgesetzt sind, auch weiter vorwachsen als stärker gepresste. Dadurch wäre ein fortwirkendes Moment gegeben, die Curven der Kauflächen beider Kiefer an einander anzupassen.

Der Radius der Schubcurve fand sich beim Erwachsenen 6·5—7·0 cm lang, meist beiderseits gleich. Schwankungen innerhalb der obigen Grenzen erweisen sich abhängig von der Winkelstellung des Kieferastes zum Kieferbogen, der Breite und der Höhe des Kieferastes. Bei Kindern mit fertigem Milchgebiss ist trotz dem sehr stumpfwinklig zum Bogen gestellten und niedrigen Kieferast doch wegen der allgemein kleineren Dimensionen der Radius kürzer als beim Erwachsenen; in einem Specialfall mass er 4·6 cm angenähert.

Es bleibt übrig, von den zahlreichen individuellen Variationen des starren Theiles des Kauapparates diejenigen zu nennen, neben denen die aufwärts concave Curve der Kaufläche nicht bestand. Solche sind nicht gerade selten.

Gemeinschaftlich für alle scheint zu gelten, dass ihr Vorhandensein die Wirkung des Tubercul. articulare für die Bewegung ausschaltet.

Beobachtet habe ich als solche:

1. Ungemeine Niedrigkeit bez. kaum Vorhandensein des Gelenkhöckers (mehrere Fälle).
2. Verkürzung der sagittalen und verticalen Dimensionen des Kieferastes der einen Seite, so dass ihr Gelenkkopf niemals in der Fossa gewesen sein konnte, während die andere Seite gewöhnliche Configurationen zeigte (1 Fall).
3. Unverhältnissmässige Dicke des Kiefercondyls bei so kurzer Distanz zwischen Tuberculum und Vorderwand des äusseren Gehörganges, dass der Gelenkkopf keiner Seite jemals in der Fossa gestanden haben kann (1 Fall).
4. Der vorspringendste Theil des Kieferkopfes liegt nicht lateral, sondern in der Mitte seiner Vorderfläche oder an seiner medialen Hälfte gegenüber der rückwärts geneigten medialen Abtheilung des Tuberculum und dem schmalsten der Fossa, so dass er weniger tief in der Fossa steht als gewöhnlich (3 Fälle).

Eine hochgradige Dicke des Meniscus, die ich allerdings nicht beobachtet habe, würde ebenfalls zur Ausschaltung der Wirkung des Gelenkhöckers führen müssen.

Die Mahlbewegungen müssten wohl bei derartigen Gestaltungen des Gelenkapparates mehr durch ebene Vor- und Rückschiebung der Kiefer, wie von Nagethieren, ausgeführt werden.

Kiel, den 24. März 1890.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. XVI.)

Die Bilder sind nach Photographien hergestellt.

Fig. 1 a und b sind Abbildungen desselben Schädels, 1 a in genauer Profilansicht, 1 b etwas von vorn. Erstere zeigt die Curve für die Sagittalverschiebung, letztere die Curve der Kaufläche ohne Verkürzung. Die Dimensionen sind direct vergleichbar, da die Bilder in gleicher Vergrösserung ausgeführt sind.

Fig. 2. Gebiss eines Erwachsenen bei schön erhaltenen Kronzacken. Nur der nicht ausgefallene zweite Milchbackzahn (*m*) hatte abgeschliffene Kaufläche. Diese schliesst sich dem Gesammtverlauf der hinter ihr liegenden Kauflächen der übrigen Mahlzähne wie deren Fortsetzung an.

Fig. 3. Kindlicher Unterkiefer.

Fig. 4. Eine Reihe von Punkten einer abgeschliffenen Kaufläche vom Menschen im richtigen Lageverhältniss zu einander und der Vorderfläche des Unterkiefergelenkkopfes, *k*. Natürliche Grösse. Zwei Praeparate *a*, *b*.

Allgemeine Buchstabenbezeichnung.

r = Radius der Curve der Kauflächen.
c = Krümmungscentrum der Curve.

Zur ontogenetischen Bedeutung der congenitalen Fissuren des Ohrläppchens.

Von

Dr. v. Swiecicki,
Frauenarzt in Posen.

Seit kaum zwei Jahren sind die bis dahin nicht beschriebenen, angeborenen Spalten des Ohrläppchens Gegenstand interessanter Discussion geworden. Es handelt sich um nichts weniger, als die wichtige Frage, ob individuell erworbene Eigenschaften vererbt werden können, oder ob congenitale Spalten des Ohrläppchens lediglich als einfache Bildungshemmungen anzusehen sind. Emil Schmidt[1] beschreibt das Ohr eines Knaben, welches einen congenitalen Einschnitt am unteren Rande des Ohrläppchens zeigte. Auch die Mutter des Knaben hatte einen ähnlichen Defect an dem Ohre der gleichen Seite gehabt, derselbe war jedoch die Folge einer Verletzung, welche sie in ihrem achten Lebensjahre durch das Herausreissen eines Ohrringes aquirirte. Schmidt nimmt auf Grund seines Falles an, dass es sich hier um die Vererbung einer individuell erworbenen Eigenthümlichkeit gehandelt habe. Kurze Zeit nach der Schmidt'schen Publication beschrieb Ornstein[2] einen ähnlichen Fall, in welchem das rechte Ohr eines fünfjährigen Knaben eine angeborene scharf ausgeprägte Einziehung besass. Die Einziehung entsprach derselben Stelle, wie im Falle Schmidt's. Auch in dem Ornstein'schen Falle hatte die Mutter des Knaben eine ähnliche Spalte an dem Ohrläppchen derselben Seite gehabt. Die Spalte entstand im vierten Lebensjahre durch einen Insult. Ornstein ist der Ansicht, dass sowohl der Schmidt'sche Fall als auch der seinige

---

[1] *Correspondenzblatt der deutschen Gesellschaft für Anthropologie.* November 1888.

[2] *Correspondenzblatt der deutschen Gesellschaft für Anthropologie.* Juli 1889.

ein Beweis für die Uebertragbarkeit erworbener Eigenschaften sind. Gegen derartige Deutung der partiellen Spalten des Ohrläppchens traten Weismann,[1] W. His[2] und Oscar Israel[3] auf. Weismann behauptet, dass in dem Schmidt'schen Falle das Ohr des Knaben und das Ohr der Mutter „gänzlich verschieden" aussehen und dass eine Spalte des Ohrläppchen bei dem Knaben insofern nicht vorhanden ist, als der durch die Spalte entstandene vordere Lappen das eigentliche Ohrläppchen ist, der hintere Lappen dagegen zur Cauda helicis gehört. Einer solchen Deutung widerspricht selbst Israel, indem er bemerkt, „dass eine sehr ausgesprochene Einsenkung des hinteren Ohrrandes oberhalb der pathologischen Einkerbung die natürliche Grenze von Helix und Lobulus deutlich bezeichnet." Nach His ist der Schmidt'sche Fall keineswegs für die Vererbung individuell erworbener Eigenschaften beweisend, weil „die verticalen Furchen im Unterohr von Mutter und Sohn an verschiedenen Stellen liegen". Hinsichtlich des Ornstein'schen Falles bemerkt Israel, dass bei dem Sohne der untere Antheil des Ohrläppchens, bei der Mutter der vordere sehr klein ist. Die Spalte in dem Ohrläppchen des Knaben ist klaffend, sie ist es nicht bei der Mutter.

Israel[4] beschreibt bei Besprechung dieser Frage zwei interessante Fälle von angeborener partieller Spaltung des Lobulus, in welchen die Fissur vollkommen analog war der Spalte in dem Schmidt'schen und in dem Ornstein'schen Falle. Die Ohren der Ascendenten waren normal. Er erachtet diese sicherlich vererbungsfähige Missbildung keineswegs als solche, „welche durch irgend eine „zufällige" Störung der Entwickelung entstanden ist, sondern als eine typische Abweichung der normalen Entwickelung, deren Stelle durchaus constant ist". Diese Stelle entspricht nach Israel dem His'schen Sulcus intertragicus, welcher in der embryonalen Zeit zwischen dem Tragus- und Antitragushöcker vorhanden ist und erst später verschwindet.

Congenitale Lobulusspalten sind, wie wir sehen, äusserst selten, denn ausser dem Schmidt'schen, dem Ornstein'schen und den zwei Fällen Israels sind derartige Anomalien nirgends beschrieben worden. Dies veranlasst mich einen neuen Fall als den fünften, der überhaupt bekannt ist, mitzutheilen, umsomehr als derselbe meiner Ansicht nach gerade für die Frage der Vererbung von Verletzungen vielleicht nicht ohne Interesse ist.

---

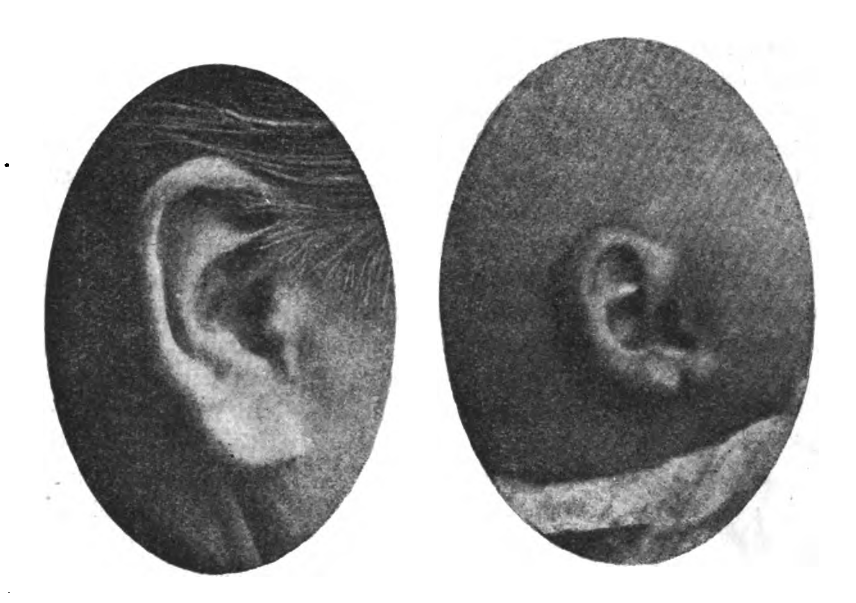
[1] *Ueber die Hypothese einer Vererbung von Verletzungen.* Jena 1889. Fischer's Verlag.

[2] *Correspondenzblatt der deutschen Gesellschaft für Anthropologie.* März 1889.

[3] Virchow's *Archiv.* Bd. CXIX. Hft. 2.

[4] A. a. O.

Bei Frau v. Z., einer scrophulösen, äusserst nervösen Person, war das rechte und linke Ohrläppchen der Ohrringe wegen dreimal durchstochen worden. Nach jedem Durchstechen eiterte es längere Zeit. Vor $2^1/_2$ Jahren wurde Frau v. Z. von ihrem Kinde so stark am rechten Ohrringe gezogen und gezerrt, dass der Ohrring tief das Ohrläppchen einriss, ohne dasselbe jedoch ganz durchzureissen. Das letzte, d. h. das dritte Mal wurden die Ohrläppchen vor einem Jahre durchstochen. Kurz darauf wird Frau v. Z. gravid. Das in meiner Gegenwart zur Welt gekommene normal entwickelte Kind (ein Mädchen) hat am rechten Ohrläppchen eine deutliche tiefe Spalte, welche das Ohrläppchen in zwei ungleiche Hälften theilt. Die Grenze zwischen

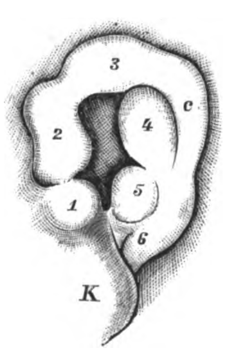


der hinteren kleineren Hälfte des Lobulus und dem Helix bildet eine flache Einbiegung am Rande der Ohrmuschel. In beiden durch die Spalte entstandenen Theilen des Lobulus ist ein Knorpel nicht durchzufühlen. Die Spalte verläuft in der Richtung der vorderen Hälfte des Tragus. In keinem bis jetzt beschriebenen Falle war meiner Ansicht nach der angeborene Einschnitt am Ohrläppchen so tief, wie dem unserigen gewesen. Ich gebe hier die photographischen Abbildungen des rechten Ohres des Kindes und des der Mutter. Auf mich macht es den Eindruck, dass das Ohr des Kindes mit Ausnahme des etwas hochgelagerten Tragus dem Ohre der Mutter nicht unähnlich ist und dass die Spalte im Ohrläppchen der Lage nach jedenfalls derjenigen Stelle des Lobulus der Mutter entspricht, welche vor $2^1/_2$ Jahren gewaltsam eingerissen wurde und durch eine undeutliche Narbenlinie markirt

ist. Auch hier kann man mit vollem Recht die Frage aufwerfen, ob die Spalte des Ohrläppchens beim Kinde als eine einfache Bildungshemmung im Sinne His' und Israel's anzusehen sei, oder ob ein causaler Connex zwischen der Verletzung des Ohrläppchens der Mutter und der congenitalen Fissur beim Kinde besteht

Dass die dreimalige Misshandlung der Ohrläppchen beim Durchstechen (das letzte Mal kurz vor der Gravidität) und das tiefe Einreissen des einen Lobulus bei einer von Hause aus hochgradig nervösen Person einen Einfluss auf das Entstehen der Lobulusfissur haben konnte, eine derartige Ansicht wäre, glaube ich, wohl nicht so ohne Weiteres zu verneinen. Hat doch Brown-Sequard experimentell nachgewiesen, und neuerdings ist dies von anderer Seite bestätigt worden, dass man z. B. traumatische Epilepsien hereditär erzeugen kann. Zerstört man ferner z. B. das Cervicalganglion bei den Meerschweinchen, so atrophirt das Gehirn auf der operirten Seite. Dieselbe Gehirnatrophie findet sich auch bei den Descendenten.

Entwickelungsgeschichtlich betrachtet, könnte in unserem Falle die Spalte einfach als Hemmungsbildung angesehen werden. Es ist das Verdienst von His[1] und Moldenhauer,[2] die Entwickelung der Ohrmuschel genau studirt zu haben. His untersuchte die Bildung des äusseren Ohres bei menschlichen Embryonen, Moldenhauer dagegen beim Hühnchen. Nach His umgeben die erste Schlundspalte die dem ersten und zweiten Schlundbogen gehörigen, wulstigen Ränder, welche sich in sechs Höcker differenziren. Aus diesen sechs Höckern, welche Anfangs einen plumpen Ring darstellen, bildet sich die Ohrmuschel. Die Tasche zwischen den Wülsten wird zum äusseren Gehörgang. Aus dem in der Figur mit 1 bezeichneten Höcker wird der Tragus, aus 2 und 3 der Helix, aus 4 der Anthelix aus 5 der Antitragus und aus 6 der Lobulus, welcher bis zum fünften Monat noch sehr klein ist und erst von jetzt ab deutlicher wird, *K* bedeutet den Unterkiefer. Der Tragus- und Antitragushöcker (1 und 5) sind am wenigsten mit einander verbunden. Zwischen ihnen befindet sich der embryonale Sulcus intertragicus, welcher nach His „nur allmählich und im Laufe der späteren Entwickelung sich ausgleicht". Die vier bis jetzt beschriebenen Spalten des Ohrläppchens liegen nach Israel stets an der Stelle, wo der Sitz des Sulcus intertragicus ist. Israel erachtet die Spalten als eine einfache Hemmungs-



Ohranlage von einem menschl. Embryo n. His.

[1] *Anatomie menschlicher Embryonen.* Leipzig 1880. 1882.

[2] *Morphologisches Jahrbuch.* III. 1887.

bildung und verlegt „die Entstehung der Abweichung demnach bis in die fünfte Woche der embryonalen Entwickelung, in der sich der Ring normaler Weise schliesst". Auch in unserem Falle entspricht der Sitz der Spalte des Ohrläppchens dem Sulcus intertragicus und es würde sich sonach ebenfalls nur um eine Hemmungsbildung handeln. Ein Punkt ist jedoch bei der Betrachtung der Spalte des Ohrläppchens in unserem und den anderen vier Fällen zu berücksichtigen. Wenn derartige Spalten nur Hemmungsbildungen sind und mit dem embryonalen Sulcus intertragicus im causalen Zusammenhang stehen, warum zeigen alle diese Fälle stets den Einschnitt nur unten und nicht gelegentlich auch im oberen Theile des Lobulus, was doch entwickelungsgeschichtlich mehr als plausibel wäre. Soll ferner die Spalte im Ohrläppchen von dem stationär gebliebenen Sulcus intertragicus herrühren, so müsste vorher eine starke Verschiebung jener Theile stattgefunden haben. Die His'sche Zeichnung der Ohranlage eines menschlichen Embryo von 7·5 mm Nackenlänge würde eine derartige Verschiebung wohl gerechtfertigt erscheinen lassen.

Ich habe meinen Fall mitgetheilt, um vor Allem einen Beitrag zur Casuistik der so seltenen Spalten des Ohrläppchens zu liefern, dabei aber auch auf die Möglichkeit eines Zusammenhanges zwischen der Verletzung des Ohrläppchens der Mutter und der Spalte des Ohrläppchens des Kindes aufmerksam machen wollen. Ob es sich in der That um einen solchen Zusammenhang handelt, will ich keineswegs behaupten, weil bei einer so wichtigen Frage, welche für die Vererbung individuell erworbener Eigenschaften sprechen würde, man nicht genug kritisch und vorsichtig zu Werke gehen kann. Nur das Experiment und die Entwickelungsgeschichte könnten uns in dieser Frage unzweideutige Aufklärung verschaffen.

Bemerkungen zu obigem Aufsatz.

Von

W. His.

Ich habe obigen Aufsatz in's Archiv aufgenommen, weil es mir in der That wünschenswerth erscheint, die am Unterohr vorkommenden Abnormitäten casuistisch zu sammeln und scharf zu charakterisiren. Der von Hrn. v. Swiecicki beschriebene Fall hat eine entschiedene Aehnlichkeit mit dem einen von Ornstein publicirten.[1] Hier wie dort handelt es sich um einen breiten dreieckigen Einschnitt, dessen Verlängerung vor den Antitragus fällt. Hr. v. Swiecicki discutirt, indem er an die Angaben Israel's anknüpft, die Frage, ob es sich hier um Reste des Sulcus intertragicus handle, d. h. um Reste der ursprünglich zwischen Unterkiefer- und Hyoidbogen befindlichen Spalte. Als zweite Möglichkeit kommt meines Erachtens in Betracht, dass die Spalte ausschliesslich dem Hyoidbogen angehören und zwischen den Tubercula 5 und 6 der ursprünglichen Anlage hindurchgegangen sein kann. Sehen wir zunächst ab von der rein entwickelungsgeschichtlichen Seite der Frage, so besitzt das ausgebildete Ohr eine natürliche Grenze da, wo der Knorpel der Lingula nach dem Antitragus umbiegt.[2] Diese Grenze ist an manchen Ohren äusserlich bestimmt ausgeprägt. Am mütterlichen Ohr der obigen Textfigur erscheint das Gebiet der Lingula als ein auffallend starker Verbindungsbogen, welcher unterhalb der Fossa navicularis das Tuberculum retrolobulare mit dem vorderen Rande des Antitragus verbindet. Die schräge Furche, welche hier vor dem Bogenstück entlang zieht, entspricht ihrer Lage nach unverkennbar dem Einschnitt des kindlichen Ohres. Demgemäss ist der Höcker des kindlichen

---

[1] *Correspondenzblatt der deutschen Gesellschaft für Anthropologie.* 1889. S. 50.
[2] *Dies Archiv.* 1889. S. 304.

Ohres, welcher vor dem Einschnitt des Randes und unter der Incisura intertragica liegt, als Ohrläppchen zu deuten, der Weg der embryonalen Schlundspalte ist somit vor diesem Höcker zu suchen, und der letztere darf auch keinen Knorpel enthalten. Ich habe Hrn. Dr. v. Swiecicki gebeten, die bezüglichen Ohren von Mutter und Kind nochmals auf diesen Punkt hin zu untersuchen, und Hr. v. Swiecicki antwortet mir auf meine Anfrage folgendes: „Der Höcker vor der Spalte des Kindes ist weich und nicht knorpelhaltig. Beim mütterlichen Ohr ist der selbständige Wulst vom vorderen Rande des Antitragus bis zur Helix sehr stark ausgeprägt. Er grenzt deutlich die Kahngrube von der Vertiefung am Ohrläppchen ab. Auch ist am Rande des Ohres, wohin der Wulst reicht, eine Einkerbung resp. Einschnitt vorhanden.“ Demzufolge ergiebt die anatomische Betrachtung der beiden Ohren, dass das kindliche Ohr eine Trennungslinie im Uebermaass entwickelt zeigt, welche schon am mütterlichen Ohre ungewöhnlich stark ausgeprägt ist. Aeusserlich zeichnet sich die Trennung zwischen dem knorpelhaltigen und dem knorpelfreien Theil des Unterohres bei der Mutter als eine auffallende Furche, beim Kind als ein eigentlicher Einschnitt. Nicht die künstlich erworbene, sondern die natürliche Eigenthümlichkeit des mütterlichen Ohres kehrt in übertriebener Ausbildung am Ohre des Kindes wieder.

Notiz über die Ringkörner der Zellen.

Von

Richard Altmann.

In seinen soeben erschienenen Beiträgen zur Kenntniss der Cloake und deren drüsigen Adnexa bei Tritonen[1] hat Martin Heidenhain Körner beschrieben, welche als helle Kügelchen von einem stärker färbbaren Halbmonde zum Theil eingeschlossen sein sollen, und die er deshalb Halbmondkörperchen nennt.

Es ist vielleicht nützlich darauf hinzuweisen, dass solche Halbmonde doch nur scheinbar sein und vollständige Ringe bilden können, wenn nämlich die Verjüngung der dem dickeren Halbmonde entgegengesetzten dünnen Ringseite sehr weitgehend ist, oder die Methoden der Fixirung und Färbung etwa mangelhaft sein sollten.

So zeigt z. B. Fig 17 *c* und *d* auf Taf. X der erwähnten Abhandlung eine vollständige oder fast vollständige Umrandung der hellen Centralkörner. Die Annahme, dass es sich auch in den anderen Fällen, wo eine solche vollständige Umrandung nach der Färbung nicht sichtbar ist, um Ringkörner handeln könnte, wird mir ausserdem durch jene Beobachtungen wahrscheinlich, welche ich bereits im Sommer vorigen Jahres in meiner Abhandlung über die Fettumsetzungen im Organismus[2] beschrieben habe, und wo ich in Gemeinschaft mit den HH. Krehl und Metzner die Assimilations- und Secretionsvorgänge an den Granulis schilderte.

Wir hatten hierbei an vielfachen Orten nachzuweisen vermocht, dass mit Hülfe der Färbung durch Osmiumsäure sich an den Granulis öfter

---

[1] Martin Heidenhain, Beiträge zur Kenntniss der Topographie und Histologie der Cloake und ihrer drüsigen Adnexa bei den einheimischen Tritonen. *Archiv für mikroskopische Anatomie.* 1890.

[2] *Dies Archiv*, 1889, Supplementband. Vergleiche auch meine Abhandlungen über die Zellengranula aus den vorangehenden Jahren.

die Peripherie ringförmig vom hellen Centrum scheidet, und ein Blick auf unsere Abbildungen [1] zeigt das häufige Vorkommen der Excentricität dieser hellen Centra, wodurch natürlich der Eindruck von Halbmonden hervorgerufen wird.

In Anbetracht, dass erfahrungsgemäss keine Fixirung und Färbung eine solche Praecision der Erscheinung erreicht, wie diejenige kleinster Fetttheile durch starke Osmiumwirkung, möchte ich vorläufig glauben, dass die Ringkörner auch in den Fällen als solche vertreten sind, wo mit anderen weniger guten Mitteln scheinbar nur mehr weniger weit umgreifende Halbmonde existiren. In der Augendrüse der Ringelnatter habe ich solche oft excentrisch geformte Ringkörner auch durch Färbung mit Haematoxylin nach vorausgehender Osmiumfixirung darstellen können.[2]

Ich möchte daher vorschlagen, die von mir damals eingeführte Bezeichnung der Ringkörner beizubehalten und neue Benennungen lieber zu vermeiden, wenn nicht dringende Gründe dafür sprechen. Denn einestheils kann durch solche neuen Benennungen der Irrthum hervorgerufen werden, als handle es sich um neue, noch nicht bekannte Thatsachen; anderentheils sind solche unnöthigen Complicationen der Benennungen auch sonst schädlich.

In jener Abhandlung über die Fettumsetzungen war dann auch insbesondere von mir geschildert worden, wie vorzugsweise bei der Secretion jene Ringkörner ebenso wie die Vollkörner sich deutlich aus kleinen und kleinsten Granulis herausbilden, und selbst in das Secret übergehend den Beweis liefern, dass die Secretion ein granulärer Process ist, und ferner geschildert worden, wie Aehnliches an einer grossen Reihe von verschiedenen Drüsen beobachtet werden kann.

Hiermit stimmt ein Theil der Angaben, welche Heidenhain macht, gut überein, nur dass das Object und die Methoden des Autors, wie seine als Belege beigegebenen Abbildungen zeigen, nicht hinreichten, um eine praecisere Ergänzung des Materials zu bieten.

Immerhin ist es mir erfreulich, dass meine damaligen Angaben, die in den Capp. V und VI der inzwischen erschienenen „*Elementarorganismen* u. s. w.“ noch des Weiteren vervollständigt worden sind, eine so baldige, wenn auch zunächst nur mangelhafte Bestätigung erfahren haben.

Leipzig, im Mai 1890.

[1] L. Krehl, Ein Beitrag zur Fettresorption. *Dies Archiv.* 1890; — R. Metzner, Ueber die Beziehungen der Granula zum Fettansatz. *Ebenda*; — R. Altmann, *Die Elementarorganismen und ihre Beziehungen zu den Zellen.* Mit 2 Abbildungen im Text und 21 farbigen Tafeln. Leipzig, Verlag von Veit & Comp., 1890.

[2] Vergl. *Elementarorganismen* u. s. w. S. 109—110.

Ein bisher nicht beschriebener Canal im Keilbein des Menschen und mancher Säugethiere.

Ein Beitrag zur Morphologie der Sphenoidalregion.

Von

Dr. Maximilian Sternberg
in Wien.

(Hierzu Taf. XVII.)

Die folgende Arbeit soll auf einen Befund am Keilbeine aufmerksam machen, welcher bisher nirgends beachtet worden ist. Sie beansprucht zunächst nur das Verdienst, wieder einmal nachzuweisen, dass die descriptive Anatomie des Menschen noch immer kein fertiges und abgeschlossenes Ganze ist, dass es vielmehr selbst in dem Theile, den wir am besten zu kennen glauben, der Lehre von den Knochen, noch immer Thatsachen giebt, die bis heute der Kenntniss der Forscher entgangen sind. In diesem Sinne war es für mich zunächst von Interesse, der Sache am menschlichen Schädel nachzugehen. Indem ich dann die Untersuchung auf die Cranien der sämmtlichen Säugethierordnungen ausdehnte, ergab sich auch da manches Neue und Interessante. Es zeigte sich nämlich, dass das von mir entdeckte Gebilde, obgleich beim Menschen jeder physiologischen Function bar, doch ein bedeutungsvolles Denkmal aus der phylogenetischen und ontogenetischen Entwickelung des Schädels darstellt.

Die folgende Darlegung wird demgemäss zunächst in drei Abschnitte zerfallen. Im ersten Theile werde ich den Befund am menschlichen Schädel schildern, im zweiten die vergleichende Anatomie der betreffenden Region darstellen, im dritten Theile, anschliessend an die entwickelungsgeschichtlichen Thatsachen, die Bedeutung des Gebildes erörtern. In einem vierten Abschnitt sollen anhangsweise einige allgemeine Betrachtungen zur Morphologie des Schädels hinzugefügt werden, welche sich aus der Untersuchung ergeben.

I. Osteologischer Befund beim Menschen.

Lage des Canalis craniopharyngeus lateralis.

Am frappantesten zeigt sich die zu besprechende Bildung am Keilbein eines drei- bis vierjährigen Kindes:

Man findet im medialen Winkel der Fissura orbitalis superior, unmittelbar am Ansatze der äusseren Wurzel des Orbitalflügels, welche das Sehloch begrenzt, die weite Eingangsöffnung eines Canals, der — mit einer dicken Borste sondirbar — den Knochen schief nach innen und hinten durchsetzt, und an der Seite der unteren Fläche des Keilbeinkörpers in die Furche unter dem Processus vaginalis ausmündet.

Dieser Canal stellt somit eine Communication zwischen der Schädelhöhle und dem Schlunde her. Die Eingangsöffnung liegt am hinteren Ende jener Fuge, welche — bei Individuen dieses Alters deutlich erkennbar — den vorderen Theil der Wurzel des Temporalflügels mit dem Körper des vorderen Keibeines verbindet, ist jedoch von dieser durch eine Knochenlamelle geschieden, welche sich in die Tiefe fortsetzt und die vordere Wand des Canals bildet.

Ich schlage vor, diesen Canal als Canalis craniopharyngeus lateralis zu bezeichnen.[1] Er soll das Object dieser Untersuchung bilden.

Untersuchungsmethode.

Es mögen gleich hier einige Worte über die Art der Untersuchung eingefügt werden, welche für Schädel jedes Alters gelten. Wenn man nicht den isolirten Knochen, sondern einen horizontal aufgesägten Schädel betrachtet, so liegt die obere Oeffnung des Canals ziemlich versteckt und muss durch schief seitlichen Einblick von der Schädelhöhle, oder bei manchen Cranien, von der Augenhöhle aus aufgesucht werden.

Will man den Canal am aufgesägten Schädel sondiren, so empfiehlt es sich, die Borste in die Orbita einzuführen, sie von der Schädelhöhle aus durch die Fissura orbitalis superior mit einer Pincette zu erfassen und mittels derselben in den Canal hineinzuleiten. Seltener ist er direct von der Schädelhöhle aus leichter sondirbar. Immerhin ist die Untersuchung, ob ein durchgängiger Canal vorhanden, mitunter bei aller Geduld recht mühsam und zeitraubend. Von der unteren Oeffnung aus ist die Sondirung

[1] Landzert (16) hat als „Canalis craniopharyngeus" ein inconstantes Canälchen in der Mitte des Keilbeinkörpers bei Neugeborenen bezeichnet, das einen Rest der Rathke'schen Tasche darstellt. Das Gebilde ist in neuester Zeit von Romiti (18) wieder untersucht worden.

Dieser Landzert'sche Canalis craniopharyngeus wäre nun „medius" zu nennen.



viel schwieriger, weil dieselbe gewöhnlich durch die sich anlegende Ala vomeris gedeckt wird und unser Canal in den Canalis basipharyngeus fast rechtwinkelig einmündet, so dass eine in den letzteren eingeführte Borste nur schwer in den oberen gelangt.

Daher ist auch die Untersuchung des Gebildes an einem nicht aufgesägten Schädel sehr schwierig, häufig unmöglich.

Die im Folgenden mitgetheilten Ergebnisse fussen auf der Untersuchung von dreihundert menschlichen Cranien.

Der Canal beim Neugeborenen.

Es sollen nun die osteologischen Verhältnisse des Canals in den verschiedenen Lebensaltern dargelegt werden.

Seine Anlage hat derselbe beim Neugeborenen und Fötus der letzten Monate im hintersten Theile jener Furche, welche entlang der Grenze der beiden Keilbeinkörper in einem nach hinten und oben concaven Bogen verlaufend, den Temporalflügel von den Körpern abschnürt.

Die neueste eingehende Beschreibung des Keilbeins beim Neugeborenen hat Toldt gegeben; darin heisst es (20. S. 70) in Bezug auf diese Bildung: „Bis in das vierte Lebensjahr ist die Gestalt des Keilbeinkörpers in der Ansicht von vorne eine entschieden keilförmige mit nach abwärts gewendeter Kante (Rand des Rostrum). Die Grundstücke der grossen Flügel sind nicht nur an der unteren, sondern auch an der vorderen Seite von dem Körper durch eine tief eingreifende Furche getrennt."

Ich muss nun noch hinzufügen, dass diese Furche, nachdem sie an der oberen Fläche des Keilbeins begonnen, zunächst eine kleine Strecke weit fast senkrecht absteigt. In diesem Theile ist sie vorn schmal, in der hinteren Bucht aber erweitert. Von der intracranialen Fläche aus betrachtet, hat sie die in Fig. 1 abgebildete Gestalt.

Diese Figur zeigt das Keilbein eines neugeborenen, nicht ganz reifen Kindes von der linken Seite gesehen. Die frontale Axe desselben steht horizontal, aber schief gegen die des Beschauers. Nur bei dieser Stellung, also beim Einblicke in die Fissura orbitalis superior von rechts hinten oder von links hinten, ist die obere Eingangsöffnung des Canals zu sehen. Unter den zahllosen Abbildungen des kindlichen Keilbeins, von Albinus (1) angefangen, die ich eingesehen habe, bringt keine diese Ansicht. Es war darum wohl nicht überflüssig, selbe einmal abzubilden.

Man sieht in der Figur, dass die Spalte zwischen dem Körper des vorderen Keilbeins und dem Temporalflügel ungefähr sagittal von vorn nach hinten verläuft, dann sich um die Wurzel der lateralen Begrenzungs-

spange des Foramen opticum windet, und sich hier, bevor sie ihr Ende erreicht, beträchtlich erweitert.

Die Abbildung 2 zeigt einen schwach vergrösserten horizontalen Durchschnitt durch die linke Hälfte des gehärteten und entkalkten Keilbeins eines neugeborenen Kindes, welcher in der Höhe des senkrecht absteigenden Theils unserer Furche geführt ist.

CPH ist der Durchschnitt der hinteren Bucht der Spalte, welche die Anlage des Canalis craniopharyngeus lateralis bildet. Sie ist von Bindegewebe ausgefüllt und wird begrenzt vom vorderen Keilbeinkörper *VK*, dessen vorderer Theil noch ganz knorpelig ist, vom hinteren Keilbeinkörper *HK*, und insbesondere von seinem seitlichen Antheile, der sogenannten Lingula, endlich vom grossen Keilbeinflügel *KF*, und zwar ist von diesem Knochen nur eine vorspringende Zunge im Schnitte zu sehen. Von seiner Grenze gegen die Lingula[1] ist die Knorpelinsel *KI* erhalten. An den vorderen Theil der Canalbucht *CPH* legt sich die Anlage des Sinus sphenoidalis *Ssp* an, dessen Schleimhaut den knorpeligen Antheil des vorderen Keil-

---

[1] Dass sich der grosse Flügel nicht direct an jenen Theil anlegt, den man am Knochen des Erwachsenen als Keilbeinkörper bezeichnet, sondern an die Lingula, welche beim Foetus der letzten Monate einen seitlichen Fortsatz des Basisphenoids bildet, war schon Nesbitt und Albinus bekannt. Ersterer (17) nennt die Lingula „Processus lateralis" und Albinus (1. S. 34) bezeichnet die beiden Lingulae als „Partes laterales, quibus se iungit processibus lateralibus maximis multiforme" („Os multiforme" heisst bei Albinus das Keilbein). Von neueren Autoren hebt dies beispielsweise Virchow (21. S. 17) ausdrücklich hervor.

Diese Zugehörigkeit der Lingula zum Körper des hinteren Keilbeines tritt durch die vergleichende Anatomie noch deutlicher hervor. Sie findet sich bei allen Säugethieren, bei denen die Carotis interna durch eine Incisur des Keilbeines in die Schädelhöhle eintritt. Bei denjenigen Thieren, welche ein vollständiges, d. h. nicht innerhalb einer Naht gelegenes, Foramen caroticum besitzen (vergl. S. 326), z. B. bei den Beutelthieren, bei gewissen Cetaceen u. s. w., liegt dasselbe dementsprechend innerhalb des Basisphenoids. In diesem Falle besteht natürlich auch keine Lingula.

Es gehört eben der Verlauf der Carotis, soweit er das Keilbein betrifft, ganz dem Basisphenoid an. Verläuft sie in einer Rinne desselben, dann wird durch die letztere ein seitliches Stück des Knochens abgeschnürt, und das ist dann die Lingula; verläuft sie aber ganz innerhalb des Knochens, wie etwa beim Känguruh, dann besteht keine Abschnürung mehr. Vergl. hierzu die Abbildungen zum zweiten Abschnitte.

Noch einen zweiten Punkt bezüglich der Verbindung von Ala magna und hinterem Keilbeinkörper muss ich hier besprechen. Henke (11) und Kölliker (13. S. 208) geben an, dass die beiden Knochen beim Neugeborenen noch vollständig getrennt sind.

Ich habe mich dagegen an einer Reihe von Keilbeinen Neugeborener überzeugt, dass wohl grössere oder kleinere Reste der Synchondrose in Gestalt von Knorpelinseln stets vorhanden sind — wie auch die Abbildg. 2 zeigt —; dass jedoch der Befund einer vollständigen Trennung zu den Ausnahmen gehört. Damit stimmen auch die Angaben von Virchow (21. S. 17) überein.

beinkörpers zu beiden Seiten bekleidet. Dazu gehört der Knorpel der Concha sphenoidalis *C*, von dem der Theil *CK* verknöchert ist. Diese enge topographische Beziehung zwischen Canal und Keilbeinhöhle ist bei der späteren Entwickelung von grosser Bedeutung.

Zur Orientirung in diesem Schnitte mögen noch folgende Angaben dienen. Das vordere Keilbein *VK* ist vom hinteren *HK*, und dieses vom Körper des Hinterhauptbeins *H* durch dicke Knorpelschichten getrennt. Vom grossen Keilbeinflügel sieht man ausser dem medialsten Theile, der sich an den hinteren Keilbeinkörper resp. an die Lingula anlegt, noch ein Stück, das der lateralen Orbitalwand angehört. Beide sind mit *KF* bezeichnet. Sie sind von einander durch die hintere Bucht der Fissura orbitalis getrennt, die in den vorderen Rand der Ala temporalis eingeschnitten ist (siehe Fig. 1). In diese Bucht legt sich das Fettklümpchen *Ft* hinein. *Se* ist eine Siebbeinzelle mit dicker Schleimhaut und knöcherner Wandung. *O* ist die Orbita mit Muskeln *M*, Nerven und Gefässen. *Sv* sind venöse Sinus. *F* gehört dem Felsenbeine an, an dessen Spitze der Querschnitt der Carotis interna *CA* mit dem zu einem dreistrahligen Stern zusammengelegten Lumen sich befindet. *Tr* ist der Trigeminus mit dem Gasser'schen Ganglien *GG*. Zwischen ihm und dem Felsenbeine liegt ein rundes isolirtes Knochenstückchen.

Als Inhalt des Raumes *CPH* erscheint derbes Bindegewebe, welches, wie aus dem Schnitte ersichtlich, einerseits mit dem Bindegewebe der Orbita, andererseits mit dem festen Bindegewebe um die venösen Sinus und den Trigeminus und durch dieses mit der Dura mater zusammenhängt. Bei stärkerer Vergrösserung sieht man in demselben einzelne feine Gefässchen und Nervenfäserchen, welche jene begleiten.

Veränderungen des Canals während des Wachsthums.

In der beschriebenen Region des Schädels gehen mit der Ausbildung des knöchernen Gerüstes Veränderungen vor sich. Diese bestehen einerseits in der Entwickelung des vorderen Keilbeinkörpers, welcher bis jetzt noch zum grössten Theile knorpelig und bindegewebig war, andererseits darin, dass die grossen Flügel an diesen Keilbeinkörper heranwachsen. Durch den ersten Vorgang wird die senkrecht absteigende Partie der Furche zwischen diesen beiden Knochen verlängert, durch den zweiten der vorderste Theil derselben immer mehr verengt.

Toldt (20. S. 70) hat in Bezug hierauf gefunden: „Um das 5. Lebensjahr beginnt diese letztere Furche sich theils durch Knochen-Apposition an dem grossen Keilbeinflügel, theils durch einzelne selbständig entstandene Knochenstiftchen mehr und mehr auszufüllen, so dass etwa im 6. Lebensjahre das Grundstück des grossen Flügels, soweit es über dem Vidiancanale

gelegen ist, in den Körper aufgeht und eine wesentliche Verbreiterung desselben an der entsprechenden Stelle herbeiführt; eine feine Spalte deutet noch durch längere Zeit die früher bestandene Furche an."

Diese Angaben können sich jedoch nur auf den vorderen Theil der Spalte zwischen Flügel und Körper beziehen. Denn während der Process der Verwachsung beider Knochenstücke sich hier, entsprechend den citirten Angaben Toldt's, nur langsam vollzieht, ist dies im hintersten Theile, unmittelbar vor dem Canalis craniopharyngeus lat., weit schneller der Fall. Nicht selten schon gegen Ende des zweiten Lebensjahres spannen sich hier feine Knochenstäbchen als Brücken zwischen Ala magna und Corpus anterius, und bald verschmelzen sie mit einander, sodass der Canal vorn eine knöcherne Wand erlangt hat.

Die Abbildung 3 zeigt die obere Eingangsöffnung und den Anfang des Canals von der rechten Seite vom Keilbein eines Kindes im dritten Lebensjahre bei Lupenvergrösserung. Man blickt von rechts hinten in die Fissura orbitalis superior hinein. Man sieht deutlich die Knochenstäbchen, welche die Spalte gegen den Canal abschliessen.

Häufig im dritten, jedenfalls aber im vierten Lebensjahre ist bereits ein vollständiger knöcherner Canal gebildet. Damit ist die Eingangs dieses Abschnittes geschilderte Form erreicht.

Einfluss der Ausbildung der Keilbeinhöhle.

Die weiteren Schicksale des Gebildes hängen enge mit der Ausbildung der Keilbeinhöhle zusammen. Dieselbe ist von Dursy (6), Kölliker (13), Virchow (21) und zuletzt von Toldt (20) genau studirt worden. Wesentlich für unser Gebilde ist, dass die Sinus sphenoidales ursprünglich zu beiden Seiten des vorderen Keilbeinkörpers gelegen, von demselben ganz unabhängig sind — wie dies auch Fig. 2 zeigt — und erst secundär in denselben hineinwachsen, wobei der Knochen immer mehr und mehr aufgezehrt wird.

Schreitet die Resorption des Knochens nicht bis in den hinteren und lateralen Theil des Keilbeinkörpers fort, so dass die Wände der Keilbeinhöhle eine grössere Dicke behalten, so bleibt der Canal auf der bisher erreichten kindlichen Stufe stehen. Höchstens verkleinert sich sein Querschnitt ein wenig, doch bleibt er noch immer für eine dicke Borste sondirbar. Dies ist nun beim Erwachsenen ein recht seltener Befund: ungefähr 1 Procent der untersuchten Schädel (s. S. 311).

Gewöhnlich schreitet im 6.—8. Lebensjahre die Erweiterung der Keilbeinhöhle fort und gelangt bis in die Nähe des Canals. In einem Falle unter zwanzig Schädeln dieses Alters fand ich die vordere Wand des Canals auch schon von der Resorption ergriffen, so dass man mit einer Borste

sowohl von der oberen als von der unteren Mündung aus in die Keilbeinhöhle gelangte. Hiervon überzeugte man sich durch Einblick in die Nasenhöhle — die man eventuell mittels eines durchbohrten Reflectors beleuchten muss.

In dieser Zeit ändert auch die obere Eingangsöffnung und der zunächst derselben gelegene Theil des Canals die Form. Die erstere wird enger und schmäler. Der obere Theil des Canals bekommt eine mehr horizontale, von vorn nach hinten verlaufende Richtung.

Rückt nun die Ausbildung der Keilbeinhöhle noch weiter fort, so zieht sie jetzt auch den Temporalflügel und den Körper des hinteren Keilbeins in ihren Bereich. Die Grenzfläche zwischen beiden, an deren vorderem Rande eben unser Canal gelegen ist, bleibt jedoch vorerst unberührt. Toldt hat (20. S. 83) gezeigt, dass hierauf die Entstehung der senkrechten Septa in der Höhle beruht. Die Knochensubstanz, welche sich an der Grenzfläche entwickelt hat, „erhält sich so, anfangs als niedrige Leiste und später als eine von der unteren und hinteren Wand der Sinus mehr oder weniger vorragende Platte.“

Diese „Leiste“ oder „Platte“ ist nun für uns von Bedeutung, weil in ihrem vorderen Rande eben unser Canal verläuft. Man kann an Keilbeinen dieses Alters eine eingeführte schwarze Borste durch die dünne Wand, die ihn vom Antrum sphenoidale trennt, durchschimmern sehen.

Auf dieser Stufe ist der Canal gewöhnlich recht enge und nur für eine feine Borste durchgängig. In etwa 4 Procent der Fälle erhält er sich so beim Erwachsenen.

In anderen Fällen ergreift die Aufzehrung des Knochens auch die vordere Wand des Canals an einer oder mehreren Stellen. Dies kann schliesslich zur vollständigen Vernichtung derselben führen. Dann gelangt die sondirende Borste aus der oberen Eingangsöffnung anscheinend direct in die Keilbeinhöhle. Hat man aber ein isolirtes Wespenbein vor sich, in dem sich die ganze Höhle überblicken lässt, dann kann man sich nicht selten überzeugen, dass von dem Canal noch eine Rinne übrig geblieben ist, welche sich weiter unten wieder zu einem vollständigen Röhrchen schliesst, das in den Canalis basipharyngeus ausmündet. Eine Ziffer über die Häufigkeit solcher Befunde vermag ich nicht anzugeben, weil man nur bei der Untersuchung eines isolirten Keilbeins sicher ist, ob sich die Rinne unten wieder zum Canale schliesst oder nicht. Untersucht man dagegen einen Schädel, so hat man meistens kein Urtheil darüber, ob die Borste, mit der man sondirt, in der richtigen Rinne verläuft oder direct in die Keilbeinhöhle hineingerathen ist; mit anderen Worten, ob man den ausführenden Canal nicht gefunden hat, oder ob ein solcher nicht vorhanden ist.

Auch diese Rinne kann verschwinden. Dann bleibt von der oberen Oeffnung nur ein, meistens kleines Löchelchen übrig, welches direct in das Antrum des Knochens leitet. Die untere Oeffnung pflegt in diesem Falle zu obliteriren.

Eine andere Form, in der sich der Canal am ausgewachsenen Schädel häufig zeigt, entsteht dadurch, dass derselbe von der Mitte seines Verlaufes aus obliterirt. Auch dies hängt mit der Ausbildung der Keilbeinhöhle zusammen. Es findet nämlich an den Wänden derselben eine stetige Umwandlung von spongiöser in compacte Substanz statt. Diese Sklerosirung des Knochens, wenn man so sagen darf, ergreift auch die Wände dieses Canals und verursacht dessen Obliteration. So entstehen nun die verschiedensten Uebergangsformen vom tiefen Blindsacke bis zum seichten eben merklichen Grübchen, das sich an Stelle der Eingangsöffnung vorfindet.

Ueber die relative Häufigkeit der angeführten Formen unseres Gebildes vermag ich ebenfalls keine ziffermässigen Angaben zu machen. Ich habe eben nur verhältnissmässig wenige isolirte Keilbeine, vielmehr hauptsächlich horizontal aufgesägte Schädel untersucht. Da liess es sich denn häufig nicht entscheiden, ob das Hemmniss, welches das Herauskommen der sondirenden Borste durch die andere Oeffnung verhinderte, ein knöcherner Verschluss des Canals war, oder aber ein nicht ausmacerirtes Krümelchen Gewebe, wie sie sich so häufig in den Canälchen von sonst ganz vorzüglich praeparirten Knochen finden. Andererseits konnte, wie ich mich einmal am isolirten Keilbein überzeugt habe, die Borste die dünne vordere Wand des Canals durchstossen uud so vortäuschen, dass dieser in die Keilbeinhöhle münde. Aus diesen Gründen verzichte ich auf die Mittheilung der Ziffern, die sich aus meinen Aufzeichnungen ergeben, und muss auch die oben (S. 309) angeführten von 1 Procent und 4 Procent als nur ganz beiläufige erklären.

Dehiscenz der Keilbeinhöhle durch die obere Oeffnung.

Wenn im Greisenalter Schwund des Knochengewebes eintritt, dann wird auch die Wand der Keilbeinhöhle sehr dünn, so dass die letztere gelegentlich in die Schädelhöhle sich öffnet. Dies findet wiederum an der Stelle unserer oberen Eingangsöffnung statt, wo sich in solchen Fällen ein unregelmässiges Loch von variabler Grösse zeigt. Man sieht dies an Schädeln, an denen keine Spur einer Erkrankung des Knochens zu finden ist. Ich kann daher Virchow nicht beistimmen, wenn er (21. S. 42) von der Keilbeinhöhle sagt: „Auch habe ich bei normalen Schädeln nie eine Communication dieser Höhlen mit der Schädelhöhle gesehen; alle Fälle dieser Art gehörten der Caries oder Geschwulstbildungen an.“

Meine Beobachtung wird hingegen von Zuckerkandl (23. S. 173) bestätigt: „Ich hatte einigemal Gelegenheit, Dehiscenzen in den Wandungen des Keilbeinkörpers zu beobachten; es waren stets kleinere in der seitlichen Wand etablierte und in die mittlere Schädelgrube führende Lücken, die insofern einiges Interesse beanspruchen, als diesfalls die Bekleidung der Höhle mit der harten Hirnhaut in Berührung steht."

Hr. Professor Zuckerkandl hatte die Güte, mir mitzutheilen, dass diese von ihm beobachteten Defecte wirklich, wie ich vermuthet hatte, an der Stelle der oberen Eingangsöffnung lagen, also mit den von mir bemerkten identisch waren.

Der Zusammenhang der Dura Mater mit der Schleimhaut der Keilbeinhöhle, besteht nach dem, was oben über den Verlauf des Canals auseinander gesetzt wurde, nicht nur bei der Dehiscenz der Höhlen am senilen, atrophischen Schädel, sondern auch in allen jenen Fällen, in welchen der Canal sich in die Keilbeinhöhle öffnet.

Spurloses Verschwinden des Canals.

Endlich kann in manchen Fällen jede Spur des Canalis craniopharyngeus lateralis verschwinden, so dass auch nicht einmal ein seichtes Grübchen zurückbleibt. Von acht Schädeln, an welchen ich dies gesehen, waren fünf dickwandig, der Knochen sklerosirt. Ich zweifle daher, ob dieses Vorkommen unter die normalen Fälle einzureihen ist.

Uebersicht der Formen beim Erwachsen.

Wenn wir das bisher Gefundene überblicken, so weist der Canal beim Erwachsenen folgende Formen auf:

1. Vollständig und weit erhalten, wie beim Kinde (sehr selten),
2. als enger Canal erhalten (selten),
3. in der Keilbeinhöhle als Rinne verlaufend, Anfangs- und Endstück erhalten,
4. direct in die Keilbeinhöhle führend,
5. blind im Knochen endigend
   - α) als kürzerer oder längerer Canal,
   - β) als Grübchen,
6. spurlos verschwunden (selten).

(7. Bei Greisen: Dehiscenz der Keilbeinhöhle in die Schädelhöhle an der Stelle der oberen Oeffnung. Aus 4. hervorgegangen.)

3., 4 und 5. sind die häufigen, als normal zu bezeichnenden Befunde beim Erwachsenen.

Die obere Oeffnung des Canals.

Was nun das Verhalten der beiden Oeffnungen des Canals betrifft, so ist die obere in frühester Zeit nur Spalte. Mit der Ausbildung des Canals im zweiten oder dritten Lebensjahre wird sie fast kreisrund und fasst 1 bis 2 ^{mm} im Durchmesser. Später nimmt sie eine ovale Gestalt an, und zwar liegt der längere Durchmesser sagittal. Mit der Ausbildung der Höhle wird der Keilbeinkörper auch in dieser Gegend verbreitert und hierbei die Eingangsöffnung schmäler. Durch das Wachsthum der benachbarten Knochenstücke entstehen noch allerlei verschiedene Formen der Oeffnung.

Wenn man sich auf das Detail der Gestaltung einlässt, so findet man die mannigfachsten Verschiedenheiten. Nur selten bleibt die Oeffnung ein einfaches elliptisches Loch. In vielen Fällen ist sie eine schmale, sagittal verlaufende Rinne, an deren hinterem Ende der Canal beginnt. Diese Form ist durch die S. 310 (oben) geschilderte Form des oberen Theils des Canals praeformirt. Der mediale Rand der Rinne gehört der äusseren Wurzel des Orbitalflügels an, welche sich nicht selten stark über die Eingangsöffnung hinüberwölbt. Stumpfe oder zackige Knochenfortsätze ragen manchmal von dem medialen Rande aus über die Apertur hinüber. In anderen Fällen ist wieder der laterale Rand überragend. Manches Mal vereinigen sich solche Vorsprünge der seitlichen Ränder der Eingangsfurche zu einer Brücke über dieselbe. Diese Brücke ist gelegentlich sehr breit, so dass ein von vorn nach hinten führendes Nebencanälchen entsteht, von dem aus erst der Canalis craniopharyngeus lateralis in die Tiefe abzweigt. In einem Falle habe ich zwei solcher parallelen Nebencanälchen gefunden, welche sich am hinteren Ende mit einander vereinigten, u. s. f.

Diese Variabilität des Befundes lässt mit grosser Wahrscheinlichkeit darauf schliessen, dass die ganze Bildung als eine rudimentäre aufzufassen ist.

Die untere Oeffnung.

Ueber die untere Mündung des Canals ist nur wenig zu sagen. An den meisten Schädeln ist sie nicht sichtbar, weil sie von der Ala vomeris gedeckt ist. An isolirten Keilbeinen sieht man sie, trichterförmig erweitert, sich in die Furche unter dem Processus vaginalis, oder, wenn dieselbe zu einem Längscanal geschlossen ist, in denselben öffnen. Obliterirt der Canalis craniopharyngeus lateralis, dann verschwindet sie auch, oder öffnet sich direct in das Antrum sphenoidale.

Inhalt des Canals.

Wir haben schon bei der Besprechung der Anlage des Canals beim Neugeborenen (S. 308) angeführt, dass der Inhalt desselben aus Binde-

gewebe besteht, welches mit dem der Orbita und mit der harten Hirnhaut in Verbindung steht. Nach unten hin geht es in die grossen Bindegewebsmassen über, welche die untere Fläche des Keilbeines bekleiden. Wird der Canal zum abgeschlossenen Rohre ausgebildet, so erstreckt sich in demselben ein Bindegewebsstrang mitten durch den spongiösen Knochen von der Dura Mater bis zum Bindegewebe des Schlundgewölbes.

Bedeutung des Canals.

Es erscheint dieser Befund eines isolirten Bindegwebsstranges im Knochen viel räthselhafter und merkwürdiger, als wenn, wie ich anfangs wohl vermuthet hatte, irgend ein feines Nervenzweigchen oder venöses Emissarium den Canal zum Durchgange benutzt hätte.[1]

Was ist nun die Bedeutung dieses Gebildes?

Die Bedeutung irgend einer Einrichtung im thierischen Körper kann physiologisch oder morphologisch erklärt werden. Es kann nachgewiesen werden, welche Function dieselbe im Leben des Organismus zu erfüllen hat, oder aber es kann gezeigt werden, auf welche Art diese Bildung im Laufe der Entwickelung des Individuums und der Species so geworden ist, wie wir sie jetzt sehen. Die Frage nach der Bedeutung eines Gebildes kann also entweder lauten: Wozu ist es? oder: Was ist es?

Dass nun ein rings von Knochen umschlossener Bindegewebsstrang keine physiologische Function zu erfüllen hat, ist wohl zweifellos. Es kommt also nur die Beantwortung der zweiten Frage in Betracht. Thatsächlich haben sich denn auch bereits im Verlaufe der bisherigen rein descriptiv-anatomischen Untersuchung Anhaltspunkte für die Ansicht ergeben, dass unser Gebilde beim Menschen ein Rudiment darstellt.

II. Zur vergleichenden Anatomie der Sphenoidalregion.

Nachdem eine physiologische Deutung für das von mir beschriebene Gebilde ausgeschlossen blieb, war es meine Aufgabe, die morphologische Erklärung darzulegen. Es musste daher zunächst die vergleichende Anatomie der dem unteren Canal entsprechenden Region untersucht werden. Die Ergebnisse sollen im Folgenden, zunächst für die Säugethiere mit-

[1] Es ist übrigens möglich, dass die (S. 308) erwähnten feinen Nervchen, welche vom Trigeminus stammen, über deren Endigungsweise ich jedoch beim Neugeborenen nichts ermitteln konnte, später zur Keilbeinhöhle in Beziehungen treten. Vielleicht gehören sie unter die bei Sömmering (19) erwähnten Keilbeinzweigchen, welche „durch sehr feine Oeffnungen in den Keilbeinkörper eintreten“.



getheilt werden. Was die Illustrationen betrifft, so habe ich sowohl perspectivische als geometrische Darstellungen ungeeignet gefunden, und daher als Mittelweg eine Art der Abbildung gewählt, welche der Mercator'schen Projection der Geographen ähnlich ist.

Primaten.

Als Beispiel derselben ist in Fig. 4 das Keilbein eines erwachsenen Menschen abgebildet. Die Verbindung zwischen dem Alisphenoid (*AS*) und dem Basisphenoid (*BS*) ist durch eine punktirte Linie bezeichnet. Als Fortsetzung derselben sieht man die Fuge zwischen Alisphenoid und Praesphenoid (*PS*). Die obere Eingangsöffnung des Canalis craniopharyngeus lateralis (*cph*) liegt an der gemeinschaftlichen Grenze der drei Knochen.

Aehnlich ist das Verhalten bei den Affen, wenn auch bei den verschiedenen Familien verschieden. Im Allgemeinen kann man sagen, dass der Canal bei jungen Thieren in dem Zustande wie beim menschlichen Kinde, also: weit offen, gut sondirbar — bei ausgewachsenen Individuen dagegen, wie bei Greisen oder bei hyperostotischen Schädeln des Menschen anzutreffen ist.

Bei den niederen Affen, insbesondere bei den Pavianen, erhält sich der jugendliche Zustand längere Zeit, wie ja auch die Knorpelfuge zwischen Basisphenoid und Praesphenoid bei ihnen fast bis zum Schlusse des Wachsthums persistirt.[1] Bei den menschenähnlichen Affen hingegegen verschmelzen sehr früh beide Knochen miteinander und dementsprechend obliterirt der Canal mit Hinterlassung eines kaum merklichen Grübchens, oder es tritt Dehiscenz der Keilbeinhöhle in die Schädelhöhle an der Stelle der oberen Oeffnung ein.

Untersucht wurden: Satyrus orang., Troglodytes niger, Cercopithecus griseus, Inuus cynosargos, Inuus ecaudatus, Macacus cynomolgus, Cynocephalus ursinus, Cebus fatuella, fast von jeder Species mehrere Exemplare.

Elephant.

Den Primaten schliessen sich im Verhalten unseres Canals am nächsten die Elephanten an. Die Taf. XVII zeigt zwei Abbildungen, die eine, Fig. 5, von einem jungen, die andere, Fig. 6, von einem ausgewachsenen Thiere. Die Lage der oberen Oeffnung (*cph*) ist ganz dieselbe wie bei den Primaten: im inneren Winkel der Fissura orbitalis superior (*fs*), ein wenig von dem ausladenden äusseren Rande des Orbitosphenids (*OS*) überdacht.

Der Schädel des jungen Elephanten zeigt rechts eine auch beim Menschen vorkommende Varietät des Canals, nämlich eine Ueberbrückung der oberen Mündung durch ein Knochenbälkchen, wodurch dieselbe in zwei

[1] Siehe diesbezüglich bei Flower (8. S. 149.)

Theile getheilt wird. Auf der linken Seite dagegen setzt sich die obere Eingangsöffnung (*fcph*) in die Fuge fort, welche das Alisphenoid (*AS*) vom Praesphenoid (*PS*)) und Orbitosphenoid (*OS*) trennt. Daraus folgt, dass sich beim Elephanten der Canal in der gleichen Weise, wie bei den Primaten entwickelt, nämlich durch Abschnürung des hintersten Theiles der Spalte zwischen Alisphenoid und Praesphenoid.

Der weitere Verlauf des Canals ist am bequemsten an einem jungen Thiere zu ersehen. Bei diesem besteht nämlich eine schmale Spalte zwischen Alisphenoid und Oberkieferbein. Indem man in dieselbe hineinblickt, kann man sich überzeugen, dass eine in die obere Oeffnung des Canals eingeführte Borste in die Alveole des mächtigen hinteren Backenzahns eintritt, an der medialen Wand derselben in einer theilweise offenen Rinne weiter läuft, und schliesslich an der unteren Fläche des Keilbeins, vom Vomer gedeckt, herauskommt.

Es sei noch hervorgehoben, dass ich an dem einen der beiden Mammuthschädel des geologischen Institutes der Wiener Universität, an welchem ein Fragment des Keilbeins erhalten ist, den Canal, genau so wie bei den recenten Species verlaufend, gefunden habe.

Untersucht wurden: Elephas indicus, Elephas africanus, Elephas primigenius.

Paridigitaten.

In der Gestaltung des Canals — wie im natürlichen Systeme — reihen sich den Proboscideen die Paridigitaten an. Die Abbildung 7 zeigt das Keilbein der Gemse. Man sieht, dass bei diesem Thiere die Spalte zwischen Alisphenoid (*AS*) und Praesphenoid (*PS*), die bei den Primaten und den Elephanten während der Kindheit besteht, sich zeitlebens erhält. Sie ist ferner nach hinten zu verlängert, so dass sie auch einen Theil des Basisphenoids (*BS*) vom Alisphenoid trennt. Der vordere und laterale Theil dieser Spalte ist jedoch durch einen Knochen (*PG*) ausgefüllt, nämlich durch ein Stück des Pterygoids, dessen oberer Theil bei den Zweihufern somit in die Orbita hineinragt und an der Begrenzung der Fissura orbitalis superior (*fs*) theilnimmt. Es bleibt also von der vorerwähnten Spalte zwischen Alisphenoid einerseits, Basisphenoid und Praesphenoid andererseits nur der mediale und hintere Theil frei, und dieser wird durch die Anlagerung des Pterygoids (*PG*) an die genannten drei Knochen zu einem Canale abgeschlossen. Da die Gemse keine Keilbeinhöhle besitzt, ist das Mittelstück des Keilbeins in der Richtung von oben nach unten dünn, und der Canalis craniopharyngeus lateralis sehr kurz, eigentlich ein Loch.

Im Wesentlichen findet sich das beschriebene Verhalten unseres Canals bei allen Wiederkäuern. Nur ist er meistens mehr rund als bei dem abgebildeten Exemplare.

Bei manchen Thieren liegen obere und untere Oeffnung ganz wie beim Menschen, so z. B. bei Antilope Dorcas; die erstere unter der äusseren Wurzel des Orbitosphenoids, die andere unter dem Vomer. Beim Lama wiederum ist der Canal stark nach vorn und seitwärts verschoben, so dass die obere Mündung ganz in den Bereich der Orbita verlegt ist.

Die untere Oeffnung hat sehr verschiedene Formen. Dies hängt mit der Ausbildung des Vomer zusammen, welche in dieser Ordnung sehr variirt.[1] Moschus Napa beispielsweise besitzt eine enorm lange und schmale Nasenhöhle, der Vomer ist ganz in dieselbe aufgenommen, der Canal mündet unbedeckt in einem schmalen Löchelchen zwischen Alisphenoid und Basisphenoid aus. Bei Bos dagegen sind die Seitenplatten des Vomer ganz ähnlich wie beim Menschen entwickelt und bilden mit dem Keilbein zwei Canaliculi basipharyngei, in welchen die unteren Oeffnungen sich befinden.

Beim Hirsche, der Gemse und dem Schafe habe ich den Canal am frischen Schädel praeparirt und den Inhalt mikroskopisch untersucht. Der Befund war der gleiche wie beim Menschen.

Untersucht wurden von Wiederkäuern: Bos taurus, Bos buffelus, Capra ibex, Capra hircus, Ovis aries, Rupicapra rupicapra, Antilope dorcas, Cervus capreolus, Cervus elaphus, Cervus Muntjak, Moschus Napa, Auchenia huanaco, Camelus bactrianus.

Weniger deutlich ist der Canal bei den dickhäutigen Paarzehern ausgebildet, welche dadurch zu den Perissodactylen überleiten. In der Jugend ist er wohl constant vorhanden. Bei unserem Schweine erhält er sich auch durch's ganze Leben, und zwar ganz in der Form, wie ihn die Wiederkäuer besitzen. Beim jungen Nilpferd ist er recht gross, bei alten Thieren sehr enge. Beim Bisamschwein besteht nur mehr ein kurzer Blindsack an seiner Stelle.

Untersuchte Thiere: Sus scrofa fera, Sus scrofa domestica, Hippopotamus amphibius, Dicotyles torquatus.

Nagethiere.

Eine gewisse Analogie mit dem Verhalten des Canals bei den Artiodactylen weist der Schädel der Nager auf. Wie die Abbildung des Keilbeins vom Kaninchen[2] (Fig. 8) zeigt, geht das Alisphenoid (*AS*) weit hinter der Intersphenoidalfuge vom Basisphenoid (*BS*) ab, und zwar verläuft der

[1] Einiges über die verschiedenen Formen des Vomer und seine Beziehungen zu benachbarten Knochen findet sich bei Cleland (3).

[2] Das Kaninchen hat auch ein deutlich ausgebildetes Foramen craniopharyngeum medium (*cpm*), wie bei Krause (15. S. 47) und Romiti (18. S. 4 des Separatabdruckes beschrieben.

vordere Rand zunächst in frontaler Richtung, wobei er einen kleinen Fortsatz zur Verbindung mit dem Palatinum (*PT*) nach vorn unten entsendet. Dann biegt sich der vordere Rand herauf und verläuft annähernd sagittal nach vorne, bis er den Hinterrand des Orbitosphenoids (*OS*) erreicht, mit dem das Alisphenoid eine Nahtverbindung eingeht. Die Fissura orbitalis superior (*fs*) wird somit vorn vom Hinterrande des Orbitosphenoids, aussen und hinten vom Alisphenoid, nach innen zu vom Basisphenoid begrenzt. Dies gilt jedoch nur in Bezug auf den Eingang dieser Fissur von der Schädelhöhle aus. Denn indem sich in der Tiefe dieser grossen Lücke, wie erwähnt, ein Fortsatz des Alisphenoids mit dem Palatinum verbindet, wird dieselbe in zwei Theile getheilt. Der innere Theil ist nichts Anderes, als unser Canalis craniopharyngeus lateralis und leitet von der Schädelhöhle zum Schlunde. Der äussere Theil aber bildet die eigentliche Fissura orbitalis und führt aus dem Inneren des Craniums in die Orbita.

Es besteht somit beim Kaninchen — und dies gilt für alle Nagethiere — eine Incisur am Ansatze des Alisphenoids, welche durch die Anlagerung des Palatinums zu einem Loche abgeschlossen wird.

Vergleicht man die beiden Figuren 7 und 8, so sieht man, dass auch die Gemse einen nach vorn gerichteten Fortsatz des Alisphenoids zeigt, durch den die Einbuchtung, welche der vordere Rand des Knochens für die Fissura orbitalis superior aufweist, von jener Einbuchtung geschieden wird, welche die hintere Grenze unseres Canals bildet. Während aber bei den Zweihufern sich ein Theil des Pterygoids mit diesem vorderen Fortsatze verbindet, ist es bei den Nagethieren der hintere Theil des Palatinums, welcher die Function übernimmt, den Canalis craniopharyngeus lateralis von der Fissura orbitalis abzuschliessen.

Beim Kaninchen ist also unser Canal als länglicher Spalt von der Schädelhöhle aus ganz bequem zu sehen. Trotzdem ist er in der genauen und ausführlichen Beschreibung des Kaninchenschädels, welche Krause (15) gegeben hat, auch nicht mit einem Worte erwähnt.

Ebenso einfach und typisch sind die Verhältnisse bei der Ratte und beim Hamster. Bei anderen Nagethieren dagegen, z. B. beim Biber, liegt die obere Oeffnung sehr versteckt, in der medialen Orbitalwand. Aehnlich verhält es sich beim Schweifbiber Südamerikas, Myopotamus Coypus.

Ein wenig complicirt gestaltet sich die Sache bei der Familie der Subungulaten. Hier mündet der Canal resp. die ihm entsprechende Lücke zunächst in eine breite und tiefe Grube, welche an der Unterfläche des Schädels sich nach hinten und unten öffnet. Sie wird vom Pterygoid und Palatinum gebildet.[1] Bei Hydrochoerus kommt noch hinzu, dass die

[1] Für das Meerschweinchen bei Flower (8. S. 169) beschrieben.

obere Oeffnung des Canals von der Binnenfläche des Schädels aus schwerer zugänglich ist, weil der hintere Rand des Orbitosphenoids weit über das hintere Keilbein hervorragt.[1]

Untersucht wurden: Arctomys flavicentris, Arctomys marmota, Spermophilus Citillus, Sciurus vulgaris, Castor fiber, Mus decumanus, Cricetus frumentarius, Myopotamus coypus, Hydrochoerus capibara, Coelogenys paca, Cavia cobaya, Lepus cuniculus.

Chiropteren.

Während bei den zwei letzten der bisher betrachteten Ordnungen der Antheil des Keilbeins an der Bildung des Canalis craniopharyngeus in einem Einschnitte des vorderen Randes bestand, ist bei den Fledermäusen der Canal mit der Fissura orbitalis superior gänzlich verschmolzen.

Die Abbildung 9 zeigt das Keilbein einer unserer gewöhnlichsten Fledermäuse. Das Sehloch ist nicht vollständig abgeschlossen, sondern der Opticus verläuft durch einen Ausschnitt im hinteren Rande des Orbitosphenoids (*OS*). Eine Strecke weit rückwärts von der Intersphenoidalverbindung zweigt das Alisphenoid (*AS*) vom Basisphenoid (*BS*) mit einem frontal gerichteten vorderen Rande ab. Derselbe entsendet nicht, wie bei den Nagern, einen Fortsatz nach vorn, sondern biegt nach kurzem frontalen Verlaufe in die sagittale Richtung um, um die laterale Begrenzung der Fissura orbitalis superior (*fs*) zu bilden. Diese Lücke enthält also den Canalis craniopharyngeus lateralis mit. Dies geht auch daraus hervor, dass sie die Communication zwischen Schlund und Schädelhöhle ebenso vermittelt, wie zwischen der letzteren und der Orbita.

Untersuchte Thiere: Rhinolophus ferrum equinum, Phyllorrhina tridens, Vesperugo noctula, Pteropus aegyptiacus.

Cetaceen.

Noch einfacher gestalten sich die Verhältnisse bei den Delphiniden. Das Keilbein des Braunfisches (Fig. 10) besteht aus zwei hinter einander liegenden Knochenreihen. Ein Ausschnitt (*o*) im Hinterrande des Orbitosphenoids (*OS*) lässt den Sehnerven durchtreten. Das Alisphenoid (*AS*) ist ein einfacher Querbalken. Eine grosse Spalte (*fs*) zwischen Orbitosphenoid und Alisphenoid entspricht in ihrem innersten Theile unserem Canal, weiterhin dem Foramen opticum, dem Foramen rotundum und der Fissura orbitalis superior zugleich. Ein Ausschnitt im hinteren Rande des Alisphenoids nimmt den dritten Ast des Trigeminus auf und fliesst mit einer weiten

[1] In vielen Ordnungen finden sich einzelne Thiere, deren Schädel eine solche Uebereinanderschiebung der beiden Keilbeine zeigt. Unter den Cetaceen ist der Dugong ein ausgezeichnetes Beispiel dafür.



Spalte „zwischen Alisphenoid, Scheitelbein, Exoccipitale, Basioccipitale und Basisphenoid" zusammen (Flower [8 S. 195]).[1]

Bei den pflanzenfressenden Cetaceen sind die Verhältnisse im Wesentlichen dieselben. Es liegen hier jedoch die Knochen nicht so einfach hinter einander, sondern geben durch Umkrempung ihrer Ränder, durch Fortsätze u. s. w. ein anscheinend complicirteres Bild.

Walfische konnte ich leider nicht untersuchen, doch ersehe ich aus den Abbildungen bei Eschricht (10), dass auch hier wesentlich dieselben Beziehungen sich vorfinden.

Von Cetaceen wurden untersucht: Halicore Dugong, Manatus senegalensis, Delphinus delphis, Delphinus globiceps, Phocaena obliquidens, Phocaena communis.

Beutelthiere.

Das Keilbein der Beutler ist nach demselben Typus, wie das der Fledermäuse und Cetaceen gebaut. Als Beispiel ist das des Känguruh in Fig. 11 abgebildet.

Das Alisphenoid (*AS*) zweigt mit seinem vorderen Rande vom Basisphenoid (*BS*) in frontaler Richtung ab, der Rand biegt dann nach vorn um und vereinigt sich mit dem Orbitosphenoid (*OS*). So entsteht auf jeder Seite eine grosse Lücke, welche, von den Keilbeinknochen begrenzt, Foramen opticum, Fissura orbitalis superior und Canalis craniopharyngeus lateralis enthält. Dieselbe wird unten zum grössten Theile verschlossen, indem die Palatina (*PT*) sich weit rückwärts erstrecken und mit den absteigenden Flügeln des Alisphenoids verbinden. Zwischen Praesphenoid (*PS*), Alisphenoid und Gaumenbein bleibt jederseits eine Spalte (*s*) offen, welche dem Canalis craniopharyngeus der Nagethiere ähnlich, aber keineswegs homolog ist. Aehnlich ist das Verhalten bei den anderen Thieren derselben Ordnung. Die erwähnten Spalten zur Seite der Mittelstücke des Keilbeins sind bei einigen, z. B. beim Wombat, sehr gross, bei den anderen sehr enge (Macropus) oder ganz verwachsen wie bei den Raubbeutlern.

Untersucht wurden: Perogalea lagotis, Didelphys cancrivora, Didelphys agasae, Thylacinus cynocephalus, Phalangista vulpina, Phalangista felina, Phaseolarctos cinereus, Halmaturus Brunnii, Halmaturus giganteus, Macropus giganteus, Phascolomys wombat.

Monotremata.

Diese Thiere stehen nicht nur durch das Eierlegen den Vögeln näher, sondern auch dadurch, dass bei ihnen schon sehr frühzeitig die Schädel-

[1] Auf eine Deutung des von Köstlin (14. S. 46) als „hinterer Schläfenflügel" bezeichneten Knochens kann ich mich hier nicht einlassen. Zum Keilbein gehört er wohl nicht.

nähte zur Unkenntlichkeit verwachsen. Ich konnte deshalb bei den mir zu Gebote stehenden Exemplaren die Grenzen der Knochen nicht feststellen und sehe von einer Abbildung ab. Die Verhältnisse sind übrigens in der Hauptsache dieselben wie bei den Beutelthieren. Der Spalt zwischen Gaumenbein, Basisphenoid und Praesphenoid ist ganz verwachsen.

Untersucht wurden mehrere Exemplare von Ornithorrynchus paradŏxus. —

Nunmehr bleiben eine Reihe von Ordnungen übrig, bei denen der mediale Rand des Alisphenoids seiner ganzen Länge nach sich enge an das Basisphenoid und Praesphenoid anlegt, so dass für den Canalis craniopharyngeus lateralis kein Raum frei bleibt. Als Beispiel ist in Fig. 12 das Keilbein eines Fuchsaffen[1] abgebildet.

Diese Ordnungen sind Halbaffen, Raubthiere, Robben, Insectenfresser, Klippschiefer, Perissodactylen, Edentaten.

Untersuchte Thiere: Lemur ruber, Lemur mongoz, Lemur rufifrons, Propithecus sericeus, Galeopithecus volans; Lynx lynx, Felis onca, Felis domestica, Felis leo, Canis familiaris, Canis vulpes, Viverrina zivetta, Lutra vulgaris, Mustela martes, Ursus arctos; Trichechus rosmarus, Otaria ursina, Phoca vitulina; Gymnura Raffleri, Talpa europaea, Myogale moschata, Centetes ecaudatus, Erinaceus europaeus; Hyrax syriacus, Hyrax capensis, Hyrax abessinicus; Equus hemionus, Equus caballus, Equus asinus, Rhinochoerus malayus, Tapir americanus, Tapir indicus; Bradypus torquatus, Bradypus cuculliger, Dasypus sexcinctus, Euphractus villosus, Myrmecophaga jubata.

Ergebnisse.

Wenn wir nun das Verhalten des Canalis craniopharyngeus lateralis bei den Säugern überblicken, können wir drei Typen unterscheiden.

Bei den Einen, wozu insbesondere die niedersten und einfachsten Formen (Cetaceen) gehören, bestehen grosse Oeffnungen am Boden des knöchernen Schädels beiderseits zwischen den beiden Keilbeinen, durch welche die Gebilde der Orbita den Binnenraum des Craniums verlassen. Die Zwischenräume zwischen den Nerven, Gefässen u. s. f. sind mit Bindegewebe ausgefüllt. Diese Oeffnungen sind somit häutige Lücken — Fontanellen — im Osteocranium.

Bei höheren Formen wachsen in diese grossen häutigen Defecte vom Alisphenoid aus Knochenfortsätze hinein, welche von denselben Löcher für den Durchgang der einzelnen Gebilde abschneiden. Der innerste Raum

[1] Das Foramen vasculare (V), welches die Figur aufweist, ist bei manchen Arten von Lemur obliterirt.

der grossen Lücke wird gleichfalls durch einen Knochenfortsatz abgetrennt, der bald mit dem Palatinum (Nager), bald mit dem Pterygoid (Wiederkäuer), bald mit einem Stückchen des Basisphenoids und dem Praesphenoid (Elephanten, Primaten) sich verbindend, einen Theil jener Bindegewebsmasse abschnürt. So wird eine selbständige Fontanelle gebildet.

Bei einer dritten Gruppe von Thieren endlich (Lemuren, Raubthieren, Edentaten u. s. f.) wird diese Fontanelle durch das Wachsthum der umgebenden Knochen erdrückt und vernichtet.

Der Canalis craniopharyngeus lateralis des Menschen wäre somit als der Rest eines grossen häutigen Defectes im knöchernen Schädel aufzufassen.

Sehen wir, ob diese Auffassung Stich hält, wenn wir die nächste Stufe tiefer in der phylogenetischen Reihe hinabsteigen.

Da kommen denn die Saurier in Betracht. Bei diesen Thieren ist nun thatsächlich der ganze vordere Abschnitt der unteren Schädelwand eine Membran, in welcher einzelne knöcherne und — hauptsächlich in der Medianlinie — knorpelige Theile eingelagert sind.

Die Abbildung 13 zeigt den vorderen Theil der Schädelbasis einer grösseren Eidechse, vom Schädelinneren aus gesehen. Zwischen den Rändern des Frontale (*FR*), der Postfrontalia (*POF*), des Parietale (*PA*), der Prootica (*PO*) ist eine concav ausgebauchte Membran ausgespannt, welche sich hinten an der oberen Fläche des Basisphenoids (*BS*) anheftet. Vorn setzt die Membran sich in einigen Zügen unter dem Frontale fort und grenzt so eine Verlängerung der Schädelhöhle, den „Canalis ethmoidalis“ (Brühl) nach unten ab, welchen die Nervi olfactorii benützen. In der Medianlinie wird die Membran durch das knorpelig-häutige Septum interorbitale nach vorn unten gezogen, so dass hier eine schmale, scharf keilförmige Furche entsteht. Ziemlich in der Mitte der Membran ist ein theils knöchernes, theils knorpeliges Gebilde (*OS*, *OS*) von der Form eines Siegelringes eingetragen, welches aus mehreren verwachsenen Stücken besteht. Mit seinem vorderen Rande überbrückt es die mediane Furche; sein hinterer Rand besteht aus in diese Furche hinabgebogenen Theilen, welche zugleich dieselbe nach hinten begrenzen. Durch das Lumen von *OS* treten zu beiden Seiten des Interorbitalseptums die Sehnerven aus. Der vordere Theil enthält, wie aus Lage und Form unzweifelhaft hervorgeht, die Orbitosphenoide.[1] Hinter dem knöchernen Theile, ebenfalls in der Mittellinie, hat die Membran eine Aussackung, nach hinten von einem

[1] Die Litteratur über die Deutung der knöchernen Theile in der Membran ist bei Hoffmann (12) zusammengestellt. Hierzu ist noch anzureihen Brühl (2. Erklärungen zu Taf. IV, CXL—CXLIV, namentlich bei der letzten Tafel).



Wulste begrenzt, — die Hypophysengrube. Unter dieselbe setzt sich, von der Innenfläche aus nicht sichtbar, das Basisphenoid (*BS*) fort, mit welchem das Praesphenoid und ein ganz rudimentäres Parasphenoid verwachsen sind. Durch die Membran sieht man beiderseits die ausserhalb derselben gelegene Columella (*CO*) durchscheinen.

Es ist also auch bei den Sauriern ein grosser häutiger Defect in der knöchernen Schädelkapsel vorhanden, und dieser schliesst das Homologon des besprochenen häutigen Defectes bei den Säugern in sich.

Auch bei den Sauriern der Vorwelt bestand dieser membranöse Abschluss des vorderen Abschnittes der Schädelhöhle, wie unter Anderem eine Abbildung von Ichthyosaurus platyodon in Cuvier's berühmtem Werke (4. Taf. XXIX, Fig. 4) zeigt.

Weiter hinab lässt sich die vergleichend-anatomische Betrachtung nicht mehr durchführen. Die Kluft, die sich zwischen dem Schädelbau der bisher betrachteten und der noch tiefer stehenden Wirbelthiere aufthut, ist noch nicht überbrückt.

III. Die Ontogenese des Canals und die Bedeutnng desselben.

In der Besprechung der embryologischen Verhältnisse unseres Canals kann ich mich nicht, wie im vorhergehenden Abschnitte, auf meine eigenen Untersuchungen allein stützen. Der Grund hierfür liegt einerseits in der bekannten Schwierigkeit der Beschaffung des Materials, speciell des menschlichen, andererseits darin, dass jene Untersuchungsmethode, die hier hauptsächlich in Betracht kommt, die Bearbeitung von Schnittserien und die Construction der räumlichen Verhältnisse aus denselben, so überaus mühsam und zeitraubend ist. Ich bin deshalb gezwungen, mich auf die Resultate anderer Forscher zu berufen.

Die Litteratur über den knorpeligen Primordialschädel, soweit sie die uns interessirende Region betrifft, ist eine verhältnissmässig kleine. Ich habe hauptsächlich die Arbeit von Friedrich Decker (5) benutzt. Die Litteraturübersicht, welche dieser Autor giebt, ist ziemlich vollständig. Doch sind darin die Abhandlungen von Eschricht (7) übersehen, in welchen brauchbares Material über Primordialschädel von Walen enthalten ist. Ich habe mir erlaubt, die Abbildungen 14 und 15 diesen beiden Publicationen zu entnehmen.

Die vorhandenen Abbildungen menschlicher Primordialschädel sind sämmtlich nicht brauchbar. Sie sind nämlich durchweg[1] in einer solchen

[1] Nicht zugänglich war mir die Arbeit von Spöndli, *Ueber den Primordialschädel der Säugethiere und des Menschen*. Zürich 1846.



Ansicht gezeichnet, dass man den Theil, in welchem die Austrittsstellen des ersten und zweiten Trigeminusastes und der Augenmuskelnerven liegen, nicht sehen kann. Auch die prachtvolle, künstlerisch sehr bedeutende Tafel bei Hannover (9, 10) ist aus diesem Grunde nicht verwendbar.

An den menschlichen Embryonenschädeln, die ich untersuchte, habe ich mich überzeugt, dass die Verhältnisse unserer Region mit denen der anderen Säugethiere im Wesentlichen übereinstimmen, wie ich sie im Folgenden schildern werde. Auch die — sehr spärlichen — Angaben, die sich hierüber in der Litteratur finden, lauten dahin oder lassen sich damit vereinigen. Da ich nur in Spiritus conservirte Exemplare erhalten konnte, und diese, wie auch Decker (5, S. 196) hervorhebt, schwer zu praepariren sind, kann ich keine ordentliche Zeichnung davon geben. Ich muss darum für das Folgende auf die Abbildung der Primordialschädel vom Schweine (Fig. 14) und vom Walfisch (Fig. 15) verweisen.

Das Chondrocranium.

Die Betrachtung der Sphenoidalregion am knorpeligen Säugerschädel zeigt folgende wichtigen Thatsachen. In der Mitte findet sich eine Knorpelmasse (*PS* und *BS*), von welcher zwei Paare von queren Spangen abzweigen. Die vorderen Spangen (*OS*) sind sehr breit und haben je eine Durchbohrung in der Nähe des medialen Endes, das Foramen opticum. Die Spangen des zweiten Paares (*AS*) sind um vieles schmäler und sind entweder einfache Querbalken oder sind in der Nähe ihres hinteren Randes von je einem Loche durchbohrt, durch welches der dritte Ast des fünften Gehirnnerven hindurchtritt. Zwischen den beiden Querstücken liegt eine weite Spalte, innerhalb welcher die Schädelhöhle durch Bindegewebe nach aussen abgeschlossen ist. Durch dasselbe treten die Nerven und Gefässe aus dem Binnenraum des Craniums in die Orbita. Dieses Bindegewebe ist gleicher Natur mit demjenigen, welches das Dach des knorpeligen Schädels bildet und ein Rest des früheren ganz häutigen Craniums. Zwischen dem zweiten Spangenpaare und den folgenden Knorpeln liegt wiederum eine gleiche häutige Lücke. Dieselbe communicirt bei den meisten Thieren mit der vorderen am äusseren Rande der Spange. Diese zweite Lücke ist von verschiedener Ausdehnung; je nachdem nämlich die Carotis interna durch ein selbständiges Loch in der medianen Knorpelmasse in die Schädelhöhle eintritt oder nicht, erstreckt sich der häutige Defect weniger oder mehr weit gegen die Medianlinie. Durch ihn oder durch das vorerwähnte Loch geht, immer von dem übrigen Theile des Nerven getrennt, der dritte Ast des Trigeminus.

Der knorpelige Primordialschädel ist nun allerdings kein fixes Gebilde, er läuft verschiedene Entwickelungsstufen durch und, während sich noch

an einigen Punkten die Gestalt der knorpeligen Theile durch Wachsthum ändert, beginnt an anderen Stellen schon Verknöcherung. Allein die Form der Sphenoidalregion, wie wir sie eben beschrieben haben, lässt sich bei allen bisher untersuchten Thieren in bestimmten Stadien nachweisen.

Es bestehen nun im Chondrocranium der Säugethiere genau dieselben Verhältnisse, wie wir sie oben für den knöchernen Schädel der Cetaceen beschrieben haben. Speciell der knorpelige Cetaceenschädel in Fig. 15 zeigt in der Sphenoidalregion eine ganz analoge Gestaltung, wie das in Fig. 10 abgebildete Braunfischkeilbein.

Wenn ich früher (S. 321) die einfachen Gestaltverhältnisse des Keilbeins bei den Cetaceen als ursprünglichere angesehen habe, und zwar als ursprünglichere denn die bei den niedriger stehenden Ordnungen der Monotremen, Beutler und Edentaten, so liegt die Berechtigung dazu ausser in der Uebereinstimmung mit dem Sauriertypus auch in der Uebereinstimmung zwischen dem embryonalen und dem ausgebildeten Schädel.

Verknöcherung.

Wenn nun in den knorpeligen Massen von bestimmten Puncten aus Ossification vor sich geht, wandelt sich das knorpelige in das knöcherne Keilbein um. Wachsen jetzt die Knochen über die Grenzen des ursprünglichen Knorpels hinaus — ein Process, mit dem allerdings nicht selten auch ein weiteres Wachsthum des Knorpels Hand in Hand geht — dann verändert sich die allen Säugern ursprünglich gemeinsame Gestalt des Keilbeins. Bei den Thieren, welche einen Canalis craniopharyngeus lateralis besitzen, wird das denselben erfüllende Bindegewebe von der grossen Lücke abgeschnürt.

Wie es sich bei jenen Thieren verhält, bei welchen unser Canal nicht besteht, darüber lässt sich bei dem jetzt vorhandenen embryologischen Materiale nichts Allgemeines aussagen. Bei den Raubthieren speciell ist er im foetalen Zustande vorhanden und wird ganz frühzeitig von dem Wachsthum des Alisphenoids, das sich an das noch knorpelige Praesphenoid anlehnt, erdrückt.

Schlussfolgerung.

Die Frage nach der Bedeutung des Canalis craniopharyngeus lateralis beim Menschen ist demnach folgendermassen zu beantworten: Der Canal stellt einen häutigen Defect im ausgebildeten knöchernen Schädel dar, er ist ontogenetisch ein directer Rest des häutigen Primordialschädels und eines häutigen Defectes im knorpeligen Primordialschädel, er ist phylogenetisch der Rest des häutigen Defectes im knöchernen Schädel der Saurier und der niederen Säugethiere.

IV. Allgemeinere Betrachtungen und Ergebnisse.

Bei der Ausführung der vorliegenden Arbeit haben sich mir mehrere Betrachtungen und Folgerungen aufgedrängt, welche im Anschlusse an dieselbe ihren Platz finden mögen.

Die Löcher der Schädelknochen.

Man kann die Frage aufwerfen, welches im Allgemeinen die Entstehung der Foramina und Canäle in den Schädelknochen sei. Gerade das Keilbein ist in dieser Hinsicht ein geeignetes Object des Studiums.

Das knorpelige Keilbein des Embryo zeigt, wie oben auseinandergesetzt, constant ein Paar von gesonderten Löchern, die Foramina optica. Zwei weitere Paare von Löchern sind inconstant. Das eine, die Foramina ovalia, findet sich bei vielen Thieren nicht. Von Wichtigkeit erscheint es namentlich, dass die Löcher bei den Cetaceen und Gürtelthieren, also bei den niedrigeren Ordnungen, fehlen, und dass bei ihnen der dritte Ast des Trigeminus durch die hinter dem knorpeligen Alisphenoid gelegene membranöse Lücke tritt. Ich möchte es darum für nicht unwahrscheinlich halten, dass auch bei den Thieren mit durchbohrtem knorpeligen Alisphenoid ein Stadium existirt, in welchem dieses Loch nicht vorhanden ist. Anders verhält sich das dritte Paar, die Foramina carotica. Gerade bei den niederen Säugern finden sich dieselben innerhalb des medianen Knorpels und nur bei einigen höheren Thieren verschmelzen sie mit den hinteren membranösen Lücken.

Die Löcher im knöchernen Schädel zerfallen daher in zwei Gruppen; bei den einen ist die Umrahmung knorpelig praeformirt, bei den anderen nicht.

Zu der ersten Gruppe gehören die Foramina optica und bei manchen Thieren die Foramina ovalia und carotica. Die anderen Löcher des knöchernen Keilbeins entstehen, indem Fortsätze des Knochens in die häutigen Lücken zwischen die Nerven und Gefässe hineinwachsen und dieselben allmählich umschliessen. Da das Knochenwachsthum von discreten Punkten aus erfolgt, so werden diese Löcher und Canäle zuerst als Einschnitte und Rinnen angelegt und später erst völlig abgeschlossen, wobei die früheren Lücken theilweise zu Nähten werden. Diese Löcher der zweiten Gruppe, welche ich „Nahtlöcher“ nennen möchte, liegen immer an den Nähten; ob sie abgeschlossen sind oder nur Incisuren, ist morphologisch sehr unwichtig; innerhalb einer Ordnung und unter sehr nahe verwandten Thieren kommen da die mannigfachsten Verschiedenheiten vor. Da diese Inconstanz und Variationsfähigkeit auch für das Foramen ovale gilt, da es ferner im Chondro-

cranium der niederen Säuger fehlt, glaube ich, dass es auch dieser Gruppe zuzurechnen ist.

Eine ganz exceptionelle Stellung endlich nimmt der Canalis craniopharyngeus lateralis ein, der nicht durch ein besonderes Gebilde bedingt ist.

Schema des Keilbeins.

Dies führt darauf, ein Schema des Säugethierkeilbeins zu entwerfen. Die Bestandtheile eines jeden Keilbeins sind: Zwei mediane hintereinander gelegene Knochen, Praesphenoid und Alisphenoid, ein vorderes Paar Querstücke, die Orbitosphenoide, gewöhnlich von den Sehlöchern durchbohrt, endlich ein hinteres Paar von Querstücken, dessen Gestalt äusserst variabel ist. Aber bei allen Ordnungen ist Ein Theil dieses hinteren Querstückes constant — und dieser Theil besteht auch im Chondrocranium —: es ist der Theil, welcher den dritten Ast des Trigeminus vom ersten und zweiten trennt. Wie immer auch das Keilbein gestaltet ist, stets besteht ein Knochenstück, welches diese beiden Theile des Nerven scheidet. Dieser primäre Querbalken, wie man ihn nennen könnte, ist der wesentliche Theil des Alisphenoids. Als secundäre Querbalken erstrecken sich bei manchen Thieren Spangen von einem Punkte des Randes des primären Balkens zu einem andern, und schneiden so Löcher aus den membranösen Lücken heraus, vor dem primären Balken das runde, hinter demselben das ovale Loch, vorn an der Wurzel den Canalis craniopharyngeus lateralis.

Ganz inconstant in seiner Lage und nur sehr selten (Mensch) durch einen secundären Balken abgegrenzt, ist das Loch für die Arteria meningea media. Beim Menschen liegt es am hinteren Rande des primären Balkens nahe seiner Spitze und wird als Foramen in spina bezeichnet. Beim Lemur und beim Kaninchen ist es nur eine Incisur, am vorderen Rande des Alisphenoids, in der Naht zwischen diesem und dem Orbitosphenoid gelegen. Beim Gürtelthier liegt es in den aneinander stossenden seitlichen Rändern des Alisphenoids und Orbitosphenoids; beim Igel ist es ganz auf das Orbitosphenoid hinaufgerückt.

Canalis vidianus und alisphenoidalis bleiben, weil sie nicht aus der Schädelkapsel heraus führen, hier unberücksichtigt.

Als Material bei der vorliegenden Arbeit dienten die Schädel im Wiener anatomischen Institute, im zootomischen Institute, sowie im naturhistorischen Hofmuseum. Den HH. Vorständen Prof. Zuckerkandl, dem verewigten Prof. v. Langer, Prof. Brühl, Dr. Steindachner und Dr. Lorenz bin ich für die freundliche Förderung, die sie mir zu Theil werden liessen, zu grossem Danke verpflichtet.

Benutzte Litteratur.

1. Albinus, *Icones ossium foetus humani.* Leidae Batavorum MDCCXXXVII.

2. Brühl, *Zootomie aller Thierclassen.* Wien. In Lieferungen.

3. Cleland, On the Relations of the Vomer, Ethmoid and Intermaxillary Bones. *Philosophical Transactions.* 1862. p. 289.

4. Cuvier, *Recherches sur les ossemens fossiles.* Paris 1824. 2.

5. Decker, Ueber den Primordialschädel einiger Säugethiere. *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie.* Bd. XXXVIII. S. 190.

6. Dursy, *Zur Entwickelungsgeschichte des Menschen und der höheren Wirbelthiere.* Tübingen 1869. S. 193 ff.

7. Eschricht, *Zoologisch-anatomisch-physiologische Untersuchungen über die nordischen Walthiere.* Leipzig 1849. Bd. I.

8. Flower, *Einleitung in die Osteologie der Säugethiere.* Nach der dritten unter Mitwirkung von Dr. Hans Gadow durchgesehenen Originalausgabe. Leipzig 1888.

9. Hannover, Primordialbrusken og dens Forbening i det menneskelige Kranium før Fødselen. Det kongelige danske videnskabernes Selskabs Skrifter. *Naturvidenskabelig og mathematisk Afdeling.* Kjøbenhavn 1880. Ellevte Bind.

Der dritte Abschnitt sammt den Abbildungen auch in französischer Sprache unter dem Titel:

10. Hannover, *Le cartilage primordial et son ossification dans le crâne humain avant la naissance.* Copenhague 1881.

11. Henke, Zur Anatomie des Kindesalters. Gerhardt's *Handbuch der Kinderkrankheiten.* Tübingen 1877. Bd. I. S. 255.

12. Hoffmann in Bronn's *Classen und Ordnungen des Thierreiches.* Leipzig 1884. Bd. VI. Abthlg. 3. S. 573—577.

13. Kölliker, *Grundriss der Entwickelungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere.* Leipzig 1884.

14. Köstlin, *Der Bau des knöchernen Kopfes in den vier Classen der Wirbelthiere.* Stuttgart 1844.

15. Krause, *Die Anatomie des Kaninchens.* Leipzig 1868. (S. 46—49 Beschreibung des Keilbeins.).

16. Landzert, Ueber den Canalis craniopharyngeus am Schädel des Neugeborenen. *Petersburger medicinische Zeitschrift.* Bd. XIV. S. 133.

17. Nesbitt, *Human Osteogeny.* London 1736. Mir nicht zugänglich, citirt bei Virchow (21) S. 15, Anmerkung 3.

18. Romiti, Sopra il Canale craniofaringeo nell' Uomo e sopra la Tasca ipofisaria o Tasca di Rathke. *Atti della Società Toscana di Science Naturali.* Vol. VII. fasc. 1.

19. Sömmering, *Vom Baue des menschlichen Körpers.* IV. (Herausgegeben von Valentin.) Leipzig 1841. S. 639.

20. Toldt, Osteologische Mittheilungen. *Zeitschrift für Heilkunde.* 1883. Bd. IV. S. 69.

21. Virchow, *Untersuchungen über die Entwickelung des Schädelgrundes.* Berlin 1857.

22. Welcker, *Untersuchungen über Wachsthum und Bau des menschlichen Schädels.* Leipzig 1862. Taf. IV. Fig. 1.

23. Zuckerkandl, *Normale und pathologische Anatomie der Nasenhöhle und ihrer pneumatischen Anhänge.* Wien 1882.



Erklärung der Abbildungen.

(Taf. XVII.)

Fig. 1. Keilbein einer nicht ganz reifen menschlichen Frucht, von der linken Seite gesehen. $^1/_1$ Natürliche Grösse. Der rechte Temporalflügel war nicht knöchern vereinigt.

Fig. 2. Horizontalschnitt durch die linke Hälfte des Keilbeins eines sechs Tage alten, reifen (49 ^{cm} langen) Kindes. Chromsalpetersäure. Grenacher'scher Boraxcarmin. Damar. Vergrösserung circa $^8/_1$.
Erklärung der Bezeichnungen im Texte.

Fig. 3. Obere Eingangsöffnung und Anfang des rechtsseitigen Canalis craniopharyngeus lateralis von einem Kinde im dritten Lebensjahre. Vergrösserung $2^1/_2$.

Die Figg. 4—18 sind halbschematisch, und zwar in folgender Weise construirt. Man denke sich die Knickungen der basicranialen Axe und der ihr analogen von der Schnauze zum Hinterhauptsloch verlaufenden Linien ausgeglichen, so dass dieselben gerade gestreckt werden und der Schädel eine walzenförmige Gestalt erhält. Die Oberfläche dieser Walze wird dann, soweit sie in den Bereich des Keilbeins fällt, in die Zeichnungsebene ausgebreitet. Dabei bleibt die Modellirung der Knochen erhalten, die Canäle, welche vom Schädelinneren radiär ausstrahlen, werden auf die Zeichnungsebene senkrecht, die Foramina werden so gezeichnet, als lägen sie horizontal und man sähe gerade hindurch.

Es wurden recht zahlreiche Maasse mit dem Zirkel genommen, so dass möglichste Genauigkeit erzielt wurde. Auch das Detail, z. B. der Nähte ist sorgfältig eingezeichnet.

Für alle vergleichend-anatomischen Abbildungen gilt folgende Bezeichnungsweise:

OS = Orbitosphenoid
PS = Praesphenoid.
AS = Alisphenoid.
BS = Basisphenoid.
PT = Palatinum.
PG = Pterygoid.
o = Foramen opticum.
fs = Fissura orbitalis superior.
cph = Canalis craniopharyngeus lateralis (mihi).
r = Foramen rotundum.
ov = Foramen ovale.
v = Foramen vasculosum (sogenanntes Foramen in spina).
c = Foramen caroticum.

Die anderen Bezeichnungen siehe bei den einzelnen Figuren.

Fig. 4. Keilbein eines erwachsenen Menschen. $^1/_2$ natürlicher Grösse.

Fig. 5. Keilbein von Elephas indicus. Fünf Monate alt. $^1/_2$ natürlicher Grösse.
fcph = Fissura craniopharyngea lateralis — als Anlage des gleichnamigen Canals.

Das Foramen rotundum in der Fissura orbitalis superior enthalten, das Foramen ovale ein Ausschnitt des hinteren Randes.

Fig. 6. Keilbein von Elephas indicus. Aelteres Thier. Schädellänge 85 ^{cm}, von der grössten Convexität des Hinterhauptes bis zur (knöchernen) Schnauzenspitze. $^{7}/_{24}$ natürlicher Grösse.

Die Nähte mit den benachbarten Knochen verwachsen und schwer kenntlich, in der Zeichnung durch punktirte Linien angedeutet.

Fig. 7. Keilbein von Rupicapra rupicapra. $^{2}/_{3}$ natürlicher Grösse.

Das Foramen rotundum in der Fissura orbitalis superior enthalten.

Die Sattellehne, welche bei diesem Thiere verhältnissmässig hoch ist, ist in der Zeichnung nur angedeutet, weil sie die Oeffnung des Carotidencanals verdeckt hätte.

Fig. 8. Keilbein von Lepus cuniculus. $^{3}/_{2}$ natürlicher Grösse.

cpm = Foramen craniopharyngeum medium Landzert.

Foramen rotundum in der Fissura orbitalis superior, Foramen ovale im Foramen lacerum enthalten.

Die Porosität, welche gewissen Knochen dieses Thieres eigenthümlich ist, ist in der Zeichnung nur angedeutet.

Fig 9. Keilbein von Vesperugo noctula. $^{8}/_{1}$ natürlicher Grösse.

Canalis craniopharyngeus lateralis in der Fissura orbitalis superior, Foramen ovale im Foramen lacerum enthalten.

Fig. 10. Keilbein von Phocaena obliquidens. Junges Thier. $^{1}/_{2}$ natürlicher Grösse.

o = Schlitz im Hinterrande des Orbitosphenoids für den Opticus.

Canalis craniopharyngeus lateralis und Foramen rotundum in der Fissura orbitalis superior, Foramen ovale im Foramen lacerum enthalten.

Das Praesphenoid ist mit den Orbitosphenoiden und dem Ethmoidale zu einem Mesethmoidale verwachsen. Zwischen dem letzteren und den ersteren ist eine ungefähre Grenze durch die punktirte Linie angedeutet.

Fig. 11. Keilbein von Halmaturus giganteus. $^{1}/_{2}$ natürlicher Grösse.

s = Lücke zwischen Palatinum, Praesphenoid und Basisphenoid.

n = Rest der Fuge zwischen Basisphenoid und Alisphenoid.

Foramen opticum in der Fissura orbitalis superior mit enthalten.

Fig. 12. Keilbein von Lemur rufifrons. $^{1}/_{2}$ natürlicher Grösse.

Foramen ovale im Foramen lacerum enthalten.

Die Grenze zwischen vorderem Keilbein und Ethmoidale war an keinem der Schädel, die ich untersuchen konnte, zu ermitteln.

Fig. 13. Vorderer Abschnitt der Schädelbasis von Podinema Teguixin Wag. $^{1}/_{1}$ natürlicher Grösse.

FR = Frontale (unpaarig)

POF = Postfrontale.

PA = Parietale (unpaarig).

PO = Prooticum (richtiger Otosphenoideum nach Brühl).
BS = Basisphenoid.
CO = Columella (durchscheinend).

Die membranösen Theile sind angelegt und schattirt.

Fig. 14. Nach Decker (5) Taf. IX, Fig. 9, vergrössert. „Obere Ansicht eines Primordialschädels vom Schweine." $^{2}/_{1}$ natürlicher Grösse.

OS =	der	dem	Orbitosphenoid	entsprechende	Theil	des	Knorpels
PS =	„	„	Praesphenoid	„	„	„	„
AS =	„	„	Alisphenoid	„	„	„	„
BS =	„	„	Basisphenoid	„	„	„	„
oc =	„	„	Foramen occipitale.				

Vor dem *OS* befindet sich die paarige Anlage der Lamina cribrosa des Siebbeines.

Fig. 15. Nach Eschricht (7) Taf. XIV, Fig. 1. Obere Ansicht des Primordialschädels eines 9 Zoll langen Vaagewalfoetus. $^{1}/_{1}$ natürlicher Grösse.

c = Foramen caroticum.

Die anderen Bezeichnungen wie in der vorhergehenden Figur.

Untersuchungen über die Entwickelung der Area und Fovea centralis retinae

Von

J. H. Chievitz
in Kopenhagen.

(Hierzu Taf. XVIII—XX.)

Die Entwickelung der Area und Fovea centralis retinae hat nur wenige Untersucher gefunden. Lange Zeit hindurch begnügte man sich mit der von Huschke[1] ausgesprochenen Vermuthung, dass die Fovea ein Rest der foetalen Augenblasenspalte sei, wobei Manz[2] eine hypothetische Beseitigung der Schwierigkeit versuchte, welche darin liegt, dass die Fovea (beim Menschen, — und nur von diesem war die Rede) lateral, die Augenblasenspalte dagegen medial unten ihren Platz hat. Allerdings hatte Hensen[3] schon 1868 darauf aufmerksam gemacht, dass die Augenblase des Menschen sich vollständig schliesst, ehe die Fovea entsteht.

Im Jahre 1876 beschrieb Würzburg[4] an zwei Stadien von Kaninchenembryonen (2—3 ^{cm} und 6—8 ^{cm} Körperlänge) gewisse Falten in der Retina, welche er nach ihrer Lage und vermutheter Bedeutung als Irisfalte, Ciliarfalte, Macularfalte und Papillarfalte bezeichnete. Die als Macularfalte benannte Erhebung der Retina fand Würzburg an den jüngeren Embryonen zu beiden Seiten vom Opticuseintritt; von den älteren der bei-

[1] Huschke in: Soemmerring, *Vom Bau des menschlichen Körpers.* Bd. V.

[2] Manz, Entwickelungsgeschichte. Graefe-Sämisch's *Handbuch der gesammten Augenheilkunde.* Bd. II. S. 49.

[3] Hensen, Bemerkungen zu W. Krause: Die Membrana fenestrata der Retina. *Archiv für mikroskopische Anatomie.* 1868. Bd. IV. S. 350.

[4] Würzburg, *Zur Entwickelungsgeschichte des Säugethier-Auges.* Inaugural-Dissertation. Berlin 1876.

den Stadien sagt er aber: „Während links (d. i. nasal) die Macularfalte noch wohl erhalten ist und stark in den Bulbus hineinragt, ist sie rechts verstrichen und an ihrer Stelle findet sich sogar eine Vertiefung im Pigmentblatt.“ Er wird hierdurch zu der Annahme veranlasst, dass man es hier mit der ersten Anlage der Macula lutea zu thun habe, woraus dann weiter folgen würde, dass der gelbe Fleck „bei den Säugethieren (und wahrscheinlich bei allen Wirbelthieren)“ symmetrisch zu beiden Seiten der Papille angelegt wird und aus einer gegen das Augeninnere vorspringenden Retinafalte besteht. Würzburg scheint demnach anzunehmen, dass beim erwachsenen Kaninchen eine nach gleicher Art wie beim Menschen lateral belegene Macula lutea vorkommt. Das ist nun aber erstens nicht der Fall; vielmehr besitzt das Kaninchen eine streifenförmige Area centralis, welche etwas nach unten vom Opticus horizontal durch den ganzen Augengrund verläuft. Zweitens aber verlieren die für ein so kleines Material jedenfalls etwas weitgehenden Schlüsse auch dadurch einen festen Ausgangspunkt, dass die besagten Falten gar keine natürliche Bildungen, sondern Folgen der angewandten Behandlung sind. Würzburg hat Müller'sche Flüssigkeit gebraucht, und dasselbe that Bergmeister,[1] welcher eben dadurch die praeexistirenden von den während der Praeparation entstandenen Falten unterscheiden wollte, jedoch nicht ganz dieselben Falten, wie Würzburg, fand. Die Müller'sche Flüssigkeit ist indessen ganz unzuverlässig, wenn es sich um die glatte Erhaltung der Retina handelt; man bekommt damit so gut wie immer etwas Faltenbildung. Der direkte Beweis gegen die Praeexistenz der Würzburg'schen wie überhaupt irgend welcher Falten liegt aber darin, dass man immer die ganz frische Retina sowohl von Erwachsenen wie von Embryonen vollständig glatt findet; auch kann man durch gewisse Reagentien, namentlich Salpetersäure, zum Theil auch Müller'sche Flüssigkeit mit etwas Osmiumsäure gemischt, Netzhäute aus allen Altersstufen ohne Faltenbildung fixiren.

Im Jahre 1887 veröffentlichte ich einen Aufsatz über die Area und Fovea centr. bei menschlichen Embryonen, in welchem ich nachwies, dass die Fovea nichts mit der Augenblasenspalte zu thun hat, dass vielmehr an der flachliegenden Retina zuerst eine Area centr. ausgebildet wird, an welcher dann später die Fovea durch allmähliche Vertiefung von der vitrealen Seite her entsteht. Auf gewisse Wachsthumsverhältnisse von allgemeinerer Bedeutung machte ich schon damals aufmerksam. Das beim Menschen gefundene wurde später durch Untersuchungen an mehreren Formen bestätigt und machte ich hierüber eine kurze, auf der Entwicke-

---

[1] O. Bergmeister, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte des Säugethierauges. Schenk's *Mittheilungen aus dem embryologischen Institut.* Wien 1877. Hft. 1.

lung bei der Krähe gestützte Mittheilung in der zweiten Sitzung[1] der Anatomischen Gesellschaft.

Die vorliegende Abhandlung enthält erstens eine ausführlichere Darstellung der Area- resp. der Foveabildung bei verschiedenen Thieren und zweitens einige Untersuchungen über gewisse damit in Verbindung stehende Wachsthumsverhältnisse von allgemeinerer Bedeutung. Ich beschreibe zunächst, um gleich einen Ueberblick über die in Frage kommenden Processe zu geben, eine Form mit wohlentwickelter Fovea, nämlich die Krähe, an welche ich dann als Supplement für verschiedene Punkte den Sperling und die Taube anschliesse. Auch von einem Vogel mit zwei Foveae, nämlich der Sterna, kann ich einiges mittheilen. Als Beispiel von einer Area ohne Fovea wird dann die Lacerta vivipaca zur Erwähnung kommen. Von diesen Formen habe ich vor Kurzem den erwachsenen Zustand der Area beschrieben,[2] und muss daher auf die betreffende Abhandlung mit den dort beigefügten Abbildungen verweisen; dagegen gebe ich hier die Darstellung sowohl vom erwachsenen Zustande, sowie von der Entwickelung bei einem Fische,[1] Syngnathus typhle. Zum Schluss werden die Resultate zusammengefasst und in Verbindung mit den allgemeinen Wachsthumsverhältnissen besprochen.

Die Praeparationsmethode ist durchgehends dieselbe, welche ich in der oben citirten Arbeit über die erwachsene Area beschrieben habe; vor allem Fixiren mit Salpetersäure von 2·5 Procent Anhydridgehalt und Färbung *in toto* mit Alauncarmin und neutralem Carmin im Verhältnisse 4:1.

Corvus frugilegus.

Bei der erwachsenen Saatkrähe findet sich eine tiefe runde Fovea, welche ungefähr mitten im Augengrunde, etwas nach oben-vorn vom oberen Ende des Pecten ihren Platz hat. Die entsprechende Stelle an der Aussenwand des Bulbus liegt in dem dreieckigen Raum zwischen den Musculi rectus sup., r. med. und obl. sup. Ueber den feineren Bau der umgebenden Area siehe die oben citirte Abhandlung in *diesem Archiv*, 1889.

Die jüngsten untersuchten Exemplare lagen im Eie und maassen von der Schnabelspitze bis zum Steiss 2·5—3 ^{cm}, der grösste Durchmesser des ganzen Augapfels war 6 ^{mm}. Aeusserlich am Bulbus war eine schwache circumscripte Hervorwölbung (Protuberantia bulbi) kenntlich, deren Mitte 2·5 ^{mm} nach oben-vorn vom oberen Ende des Opticuseintrittes sass. Die Hervorwölbung prominirte in dem dreieckigen Raum zwischen Musculus

---

[1] *Anatomischer Anzeiger*. 1888.

[2] Untersuchungen über die Area centralis retinae. *Dies Archiv*. 1889. Suppl.

rect. sup., rect. med. und obl. sup. (vgl. Taf. XVIII, Figg. 1 und 2), hatte somit ihren Platz an der Stelle der erwachsenen Fovea. Der sehr zarte Musculus quadratus membranae nict. deckte ihre laterale Hälfte, indem der mediale Rand des Muskels eben bis an den Mittelpunkt der Hervorwölbung reichte. Die Pigmentablagerung hat in der Retina angefangen, nicht aber in der Chorioidea. Die Netzhaut zeigt innen eine der Protuberantia bulbi entsprechende Vertiefung.

Die senkrechten Durchschnitte zeigen, dass die Dicke der Netzhaut eine verhältnissmässig beträchtliche ist. An der dicksten Stelle erreicht sie eine Mächtigkeit, welche derjenigen der erwachsenen Aequatorialgegend gleichkommt. Die Mächtigkeit nimmt im Ganzen von dem Opiticuseintritte gegen die Peripherie hin stetig zu, so jedoch, dass die in der Protuberanz gelegene Stelle die dickste der ganzen Retina ist.

Die Schichten sind noch nicht geschieden, sondern man sieht eine zusammenhängende, durch die ganze Dicke der Netzhaut gehende Masse von Kernen, unter denen die am meisten chorioidealwärts liegende Reihe von mehr rundlicher Form sind und hie und da Kerntheilungsfiguren enthalten (Koganeïs, „proliferirende Zellen“). Die Schichtenbildung ist aber eingeleitet und beginnt hier, wie gewöhnlich, an der vitrealen Seite, so dass es die Ganglienzellen sind, welche sich zunächst durch die runde Form ihrer Kerne von den nach aussen liegenden, senkrecht gestreckten Elementen auszeichnen. Nur an einer Stelle bemerkt man deutliche Spuren einer Trennung des Gangl. optici von der übrigen Zellenmasse, und zwar ist dies die der Protuberanz entsprechende Stelle.

Die Ganglienschichte hat ihre grösste Dicke eben in der Protuberanz, wo dieselbe 0·04 mm beträgt; sie ist am Opicuseintritt 0·02 mm, in der Peripherie 0·03 mm dick. Die Zahl der über einander liegenden Kerne ist am Opticuseintritt 3—4, in der Protuberanz 5—6, in der Peripherie 4—5.

Die Opticusfasern finden sich über die ganze Retina netzförmig ausgebreitet vor, und, was von besonderem Interesse ist, an dieser noch so sehr wenig differenzirten Netzhaut sind die Opticusfasern im Bereiche der Protuberantia bulbi in derselben bogenförmig ausweichenden Verlaufsweise angeordnet, wie in der erwachsenen Area centralis.

Zapfen sind nicht vorhanden.

Das Pigmentepithel besteht aus einer einfachen Schicht von niedrigen (0·008 mm hohen) Zellen, in welchen die Ablagerung von Pigmentkörnchen begonnen hat. Die Zellen sind nicht alle von gleicher Breite. Ganz kleine Zellen, von 0·0083 mm Durchmesser, finden sich in der ganzen Peripherie; und auch in der Nähe des Opticuseintrittes sind sie nur 0·0100 mm breit,

so dass das proximale Retinablatt entlang des ganzen Umschlagsrandes in das distale Blatt einen Saum von kleinen Zellen enthält. Der grösste Theil des Hintergrundes ist von etwas breiteren Zellen (0·0133 mm) eingenommen; aber hier zeichnet sich wieder die Gegend der Protuberanz aus, indem die daselbst belegenen Zellen etwa doppelt so breit (0·0233 mm) sind, als die umgebenden.

Die nächste untersuchte Stufe rührt von vier Jungen her, welche aus einem und demselben Neste genommen wurden. Das eine lag noch im Eie; die anderen hatten dasselbe offenbar soeben verlassen; die frisch gesprengten Eierschalen fanden sich noch im Neste. Alle Jungen waren einander an Grösse und Aussehen ähnlich und zwar maassen sie von der Schnabelspitze bis zum Steiss 7·5 cm. Die Augenlider waren verklebt.

Am Bulbus oculi ragt eine Protuberanz in das oben erwähnte Muskelinterstiz hinein (Fig. 2). Dieselbe hebt sich ca. 0·75 mm über die übrige Scleralfläche hervor und hat ihren Gipfel ca. 3 mm vom oberen Rande des Opticus belegen (Fig. 1). Von innen her betrachtet, zeigt die Retina eine entsprechende Vertiefung. Die Dicke der Retina hat in den peripheren Parthien etwas zugenommen; die Gegend der Protuberanz und die umliegenden Parthien sind aber gegen früher absolut verdünnt.

Während früher nur das Gangl. optici als selbständige Schicht kenntlich war, und zwar am deutlichsten in der Protuberanz, sind jetzt sowohl die innere reticuläre Schicht als die Zwischenkörnerschicht angelegt (Taf. XVIII, Fig. 3); letztere jedoch in der Netzhautperipherie nur als zackige Linie zwischen den noch dicht liegenden Zellen zu erkennen. Der Beginn der Zapfenbildung ist in der Protuberauz durch kleine, hügelartige Vorsprünge angedeutet. Die Ausbildung der Schichten ist somit in der gewöhnlichen Richtung vorgeschritten, nämlich von der vitrealen nach der chorioidealen Seite, und vom Hintergrunde des Auges gegen die Peripherie hin. Den Ausgangspunkt der Differenzirung bildet für die innere reticuläre Schicht und für die Zapfen die Gegend der Protuberanz, was ganz mit dem Verhalten beim Menschen stimmt. Beobachtungen an anderen Formen lehren, dass auch die Bildung der Zwischenkörnerschicht an diesem centralen Punkt ihren Anfang nimmt.

Das Ganglion opt. hat in der Area — denn als solche ist die Gegend der Protuberanz schon hinreichend charakterisirt — sechs Kerne übereinander; am Opticus und am Aequator ist die Zahl auf zwei herabgesunken. Die äussere Körnerschicht ist in der Area ein bis zwei Kerne mächtig; sonst aber liegen drei Kerne über einander.

Die Pigmentzellen sind ein wenig höher, als vorher, nämlich 0·010 mm. Ihre Breite ist 0·010 mm, in der Protuberanz aber 0·023 mm.

Einige etwas grössere, aber noch fast nackte Jungen von 10 cm Länge hatten noch die Augenlider verklebt. Die Retina ist insofern etwas weiter vorgeschritten, als die Zwischenkörnerschicht jetzt ganz bis an die Ora retinae reicht. Auch sind die kleinen Zapfenanlagen über einer grösseren Strecke des Augengrundes zu sehen; kurze Innenglieder sind im Bereiche der Protuberanz, namentlich an deren peripherer Seite, zu erkennen.

Ich komme nun zu einem Stadium, welches ich bei Jungen von 20·5 und 25·6 cm Länge vorfand. Die Jungen waren im äusseren Habitus recht verschieden, was, abgesehen von der Körperlänge, namentlich auf der ungleich entwickelten Befiederung beruhte. So war bei dem einen die längste Schwungfeder nur 3·5 cm lang und bis auf einige Millimeter fast ganz von der hornartigen Scheide umgeben; bei den grösseren Jungen hatten die Schwungfedern eine Länge von 7·5 cm und waren am äussersten Ende in einer Strecke von 2·5 cm von der Hornscheide unbedeckt. Die Augenlider waren theils verklebt, theils soeben geöffnet. Die Retina aber verhielt sich bei allen in übereinstimmender Weise.

Der Durchmesser des Bulbus beträgt, aussen an der Sclera gemessen, 14 mm in horizontaler, 13 mm in senkrechter Richtung. Eine Protuberantia bulbi ist, wie früher, äusserlich zu erkennen (Fig. 4), und wird dieselbe jetzt von dem medialen Rande des M. quadratus membr. nict. um ca. 1 mm überragt. Früher erreichte der Muskelrand eben den Gipfel der Protuberanz; beim Erwachsenen hingegen liegt der Rand 4 mm weiter medial. Es findet somit eine Verschiebung der beiden Theile gegen einander statt, und es wird wohl berechtigt sein, anzunehmen, dass dies dadurch zu Stande kommt, dass der Muskel bei seinem Wachsthume immer neue Bündel an dem medialen Rande hinzufügt, seine Ursprungslinie an der Sclera stets in medialer Richtung verlängert, in ähnlicher Weise wie die Mm. interossei nach Henke und Reyher während des Foetallebens ihre Insertionen auf die Ossa metacarpi ausdehnen.

An der mit dem Pigmentblatte sich auslösenden Retina ist ebenfalls eine ausgesprochene, recht wohl begrenzte Protuberanz sichtbar, welche 0·5 mm hoch und an der Basis ca. 0·75 mm breit ist. Bei der Betrachtung von innen sieht man den jetzt stark pigmentirten Pecten, welcher dem herausgenommenen Glaskörper nicht gefolgt ist, und etwas nach oben von dessen oberem Ende befindet sich die der Protuberanz entsprechende Vertiefung. Der Abstand zwischen oberem Opticusrande und Gipfel der Protuberanz beträgt äusserlich gemessen 4·5 mm, das entsprechende innere Maas, vom oberen Ende des Pecten ausgegangen, ist 3·25 mm.

An senkrechten Durchschnitten findet man zunächst die Dicke der Retina ungefähr wie im vorigen Stadium; jedoch zeichnet sich die Gegend

der Protuberanz durch ihre Mächtigkeit aus, welche auf 0·262 mm gestiegen ist, während die Retina am Opticuseintritt 0·207 mm und am Aequator 0·206 mm misst. Die an der Innenfläche der Netzhaut sichtbare Vertiefung an der Stelle der Protuberanz ist somit noch keineswegs eine Fovea centralis, sondern die hier sogar etwas verdickte Retina ist *in toto* ausgebuchtet. Wie aber diese Gegend bereits in den früheren Stufen verschiedene der Area centralis zukommende Charaktere besass, so ist jetzt noch eine der Eigenthümlichkeiten der Area hinzugekommen: Am senkrechten Schnitte sieht man nämlich die Kerne des Ganglion retinae von der Mitte der Protuberanz aus nach beiden Seiten hin divergiren (Fig. 5) und zugleich haben die Radialfasern eine Schrägstellung im entgegengesetzten Sinne eingenommen, so dass die beiden Elemente zu einander gekreuzt stehen. Im Flächenbilde sowohl wie an Tangentialschnitten findet man zur gleichen Zeit, dass die Kerne des Ganglion retinae in Reihen geordnet sind, welche vom Mittelpunkte der Area nach allen Seiten hin ausstrahlen.[1] Diese Anordnung lässt sich bis etwa 5 mm vom Centrum verfolgen und ihre Ausbreitung entspricht ungefähr derjenigen der im senkrechten Schnitte erkennbaren Schrägstellung.

Im Uebrigen ist Folgendes zu bemerken: Das Ganglion optici ist in der Area am dicksten und besitzt hier 6 bis 7 Zellen über einander, gegen zwei am Opticuseintritte und am Aequator. In der inneren Körnerschicht nehmen die Kerne der Radialfasern eine besondere Zone ein, durch welche die grösseren rundlichen Spongioblasten von den nach aussen liegenden mit kleineren länglichen Kernen versehenen Zellen des Ganglion retinae getrennt werden. Die Radialfaserkerne sitzen in recht dicken, protoplasmaähnlichen Zellstücken, welche sich nach beiden Enden hin in verästelte Blätter fortsetzen. Durch die Zone der Radialfaserkerne verlaufen die von den Zellen des Gangl. retinae ausgehenden Fasern, indem sie noch immer ihre divergirende Richtung behalten; zwischen den Spongioblasten konnte ich sie nicht verfolgen. An der äusseren Seite der inneren Körnerschicht, unmittelbar gegen die Zwischenkörnerschicht, liegt eine Reihe von runden Kernen; in der Area hat sich aber auch an der vitrealen Seite der genannten Zellen die fein reticuläre Substanz der äusseren reticulären Schichte abgelagert, wodurch die Zellen mitten in letztere Schichte hinausgerückt erscheinen. Die Zellen sind die von Schiefferdecker als „concentrische Stützzellen" bezeichneten Gebilde, welche sich also verhältnissmässig spät durch Aussonderung von der Zellenmasse der inneren Körnerschicht als selbständige Zellenlage herausscheiden; und zwar nimmt

[1] Abgebildet in *diesem Archiv*. 1889. Suppl. Taf. VI. Fig. 7. Vergl. daselbst Fig. 8.



auch dieser Vorgang seinen Anfang in der Area. Die äusseren Körner sind zweischichtig vorhanden, in der Area aber stellenweise nur einschichtig. Zapfen finden sich über fast der ganzen Retina ausgebildet; in der Area sind sie etwas niedriger als sonst; ihre Innenglieder haben eine Breite von 0·0033 mm, sind also bedeutend breiter als beim Erwachsenen (s. unten). Die Pigmentzellen sind in der Area auffallend breit im Vergleich zu den umliegenden Theilen. Sie sind jetzt absolut breiter als in früheren Zeiten, werden aber, wie unten gezeigt wird, in der Folge wieder an Breite abnehmen.

Die ältesten endlich von den untersuchten Jungen waren solche, die, zum Fluge bereit, das Nest verlassen konnten und an den nahen Aesten herumhüpften.

Die Protuberantia bulbi ist jetzt nicht oder nur sehr unbestimmt zu erkennen. Auch die Netzhaut hat ihren definitiven Zustand beinahe erreicht, indem eine deutliche Fovea centralis entstanden ist. Dieselbe ist auf der Area centralis durch locale absolute Dickenabnahme der letzteren unter gleichzeitiger Verdickung an den Rändern gebildet. Beim 20·5 cm langen Jungen betrug die Dicke der Area im Centrum 0·262 mm; bei dem flüggen Jungen ist die Dicke am Rande der Fovea auf 0·304 mm gestiegen, in der Fovea selbst aber misst die Netzhaut zwischen beiden Limitantes nur 0·147 mm. Die volle Ausbildung der Fovea ist jedoch hiermit nicht erreicht; beim Erwachsenen ist die Dicke der Netzhaut in der Fovea auf 0·063 mm herabgegangen, während die umgebende Area eine Mächtigkeit von 0·378 mm besitzt.

Von den Schichten der Retina, welche in früheren Stadien alle in der Mitte der Area vorhanden waren, ist nur noch die Opticusausbreitung in Wegfall gekommen; das Gangl. opt. aber, welches beim Erwachsenen am Boden der Fovea fehlt, ist noch hier vorhanden, jedoch, wie die übrigen Schichten, sehr verdünnt. Es ist aber nicht nur eine Verdünnung der Schichten in der Fovea eingetreten, sondern auch eine Ausbuchtung, welche, an den vitrealen Schichten am meisten ausgesprochen, sich gegen die chorioideale Seite hin immer mehr verliert, jedoch noch an er Limitans ext. kenntlich ist (vgl. Fig. 7 vom Sperling). Die an den Fovearändern fussenden Radialfasern gehen, wie beim Erwachsenen, ungefähr senkrecht zu diesen Rändern weiter in die Tiefe und kreuzen sich rechtwinklig mit den Elementen des Gangl. retinae. Die Zone der Radialfaserkerne ist noch kenntlich, jedoch weniger ausgesprochen als früher. In der äusseren Körnerschicht sind die Kerne dadurch von der Limitans ext. abgedrängt worden, dass die Zapfenzellen ihre chorioidealen Enden faserförmig ausgezogen haben. Ueberdies haben die Kerne an Zahl zugenommen und liegen in mehreren Reihen übereinander.

Die Zapfen zeigen das Bemerkenswerthe, dass sie während ihrer Entwickelung in der Area stetig an Breite abnehmen. Beim 20·5 cm langen Jungen war ihre Breite an dieser Stelle 0·0033, während sie jetzt nur 0·016 mm beträgt; indessen ist die Area des flüggen Jungen auch in Bezug auf diese Elemente nicht ganz entwickelt; beim Erwachsenen ist nämlich die Breite der Fovea-Zapfen nur 0·0011. In der Aequatorialgegend findet dagegen eine solche Verdünnung, wenigstens in demselben Grade nicht statt (Tabelle 1).

Das Verhalten der Pigmentzellen geht aus der Tabelle 2 hervor. Während die Höhe der Zellen stets zunimmt, gilt dasselbe nicht überall von der Breite. In dem grösseren Theile des Augengrundes kommen im Ganzen nur geringe Schwankungen vor; die an der Area liegenden Pigmentzellen wechseln aber im Laufe der Entwickelung ihre Breite in der Weise, dass sie zunächst auf ein mit der grössten Ausbildung der Protuberanz ungefähr zusammenfallenden Maximum aufsteigen, um von da ab wieder eine absolute Verschmälerung zu erleiden.

Tabelle 1. Corvus frugilegus. Breite der Zapfen-Innenglieder.

	Area, Mitte	Aequator
20·5 Körperlänge	0·0033	0·0033
Flügges Junge	0·0016	0·0022
Erwachsener Vogel	0·0011	0·0022

Tabelle 2. Corvus frugilegus. Pigmentepithelzellen.

	Mitte der Area bez. Fovea		Augengrund im Allgemeinen		Nahe am Opticus		Peripherie	
	Breite	Höhe	Breite	Höhe	Breite	Höhe	Breite	Höhe
3 cm Körperl.	0·0233	0·0033	0·0133	0·0033	0·0100	0·0033	0·0083	0·0033
7·6 „ „	0·0233	0·0044	0·0133	—	—	—	—	—
20·5 „ „	0·0366	0·0165	0·0200	0·0165	0·0150	0·0165	0·0132	—
Flügges Junge	0·0167	0·0330	0·0133	0·0330	0·0108	0·0330	0·0117	—
Erwachs. Thier	0·0132	0·0429	0·0166	0·0660	0·0166	—	—	—

Fringilla domestica.

Der erwachsene Sperling besitzt eine Fovea centralis, welche kaum so tief, wie diejenige der Krähe, aber übrigens in ganz derselben Weise gebaut ist.

Die jüngsten untersuchten Embryonen von 19 mm Scheitel-Steisslänge sind schon so entwickelt, dass die Trennung der drei Kernschichten in der Retina begonnen hat; jedoch ist dies nur in der Area und deren nächster Umgebung der Fall und die Praeparate zeigen eben sehr deutlich, dass es die Gegend der Area ist, von welcher die Differenzirung ihren Anfang nimmt (Fig. 6).

Das Gangl. optici hat seine grösste Mächtigkeit mitten in der Area und wird nach allen Seiten hin dünner, bis es etwas hinter dem Aequator nicht mehr scharf von den inneren Körnern getrennt ist; an seiner chorioidealen Seite liegt eine gesonderte Reihe von klaren Kernen, von denen unten bei der Taube die Rede sein soll. Die innere reticuläre Schicht ist nur in der Area deutlich vorhanden. Zwischen äusseren und inneren Körnern zeigt sich die Grenze als helle Linie, jedoch ohne deutliche reticuläre Substanz; die Trennung ist schon in der Nähe des Opticus nicht mehr deutlich zu erkennen, und hört auch gegen die Peripherie hin früher auf, als die Grenze zwischen Gangl. opt. und inneren Körnern (Fig. 6). Die äusseren Körner liegen, soweit sie als selbständige Schicht zu erkennen sind, 1—2 schichtig. Mitosen finden sich nur in den am meisten chorioideal belegenen Kernen, sowohl innerhalb der aus differencirten äusseren Körnerschicht, als weiter peripher. — Eine kleine Protuberantia bulbi ist vorhanden.

Bei Embryonen von 24 mm Scheitel-Steisslänge ist das Gangl. opt. bis an die Ora retinae ausdifferencirt; die deutliche Scheidung zwischen inneren und äusseren Körnern ist kaum so weit zu verfolgen. Das Gangl. opt. hat seine grösste Dicke in der Area; die äussere Körnerschicht ist dagegen an dieser Stelle am dünnsten. Zapfen sind nicht vorhanden.

Junge, welche 54 mm von der Schnabelspitze bis zum Steiss maassen, hatten das Ei verlassen; die Augenlider beginnen sich zu trennen. Der Bulbus ist mit einer hohen Protuberanz versehen, in welcher die Retina, in toto hinausgebuchtet, ihre Area centr. belegen hat. Eine Fovea centr. ist nicht vorhanden. In der Area haben sowohl Radialfasern wie Gangl. retinae die bekannte gekreuzte Schrägstellung eingenommen. Die Kerne der Radialfasern bilden, indem ihre Zwischenräume frei von den benachbarten Kernen sind, eine eigene Zone zwischen Spongioblasten und Gangl. retinae. Die äusseren Körner liegen in der Area einschichtig, während sie nach aussen davon zu 2—3 übereinander geschichtet sind. Zapfen sind im Hintergrunde des Auges vorhanden, in den peripheren Netzhauttheilen aber noch nicht entwickelt.

72—75 mm lange Jungen aus dem Neste besitzen ebenfalls eine hohe Protuberanz und noch keine Fovea centr. Die Retina verhält sich im Ganzen wie an der letztbeschriebenen Stufe, nur ist die Zone der Radial-

faserkerne noch höher geworden, so dass nicht nur die Kerne, sondern auch ein Theil der Radialfaserkörper selbst frei liegen, wobei man bemerkt, dass letztere sehr breit und dick sind; auch scheinen die Kerne etwas vergrössert und die ganze Partie macht etwa den Eindruck von oedematösem Gewebe. Während die Radialfaserkerne in den peripheren Theilen der Area nur in einer Reihe liegen, kommen sie in deren Mitte so zahlreich vor, dass sie sich mehrfach übereinander verschieben. Die äussere Körnerschicht enthält nur eine Reihe von Kernen.

Bei flüggen Jungen (Länge ca. 80—90^{mm}) ist die Protuberantia bulbi verschwunden und die Foveabildung hat begonnen (Fig. 7). Das Gangl. opt. ist ein wenig ausgebuchtet und in der Mitte verdünnt; ganz in der Axe der Fovea findet sich sogar eine kleine Stelle, wo die Zellen fehlen. Die innere reticuläre Schicht ist ebenfalls verdünnt, namentlich durch Einbuchtung an der vitrealen Seite. Die Radialfasern sammeln unter starker Convergenz ihre vitrealen Enden gegen die Fovea hin. Die innere Körnerschicht hat in der Area bedeutend an Mächtigkeit zugenommen, ist aber an der Fovea verdünnt und ein wenig ausgebuchtet; während es namentlich die Spongioblasten und das Gangl. retinae sind, welche die Verdünnung erleiden, sind die Radialfaserkerne an der Fovea noch reichlich vorhanden. Die äussere Körnerschicht hat gegen früher an Mächtigkeit absolut zugenommen, indem jetzt drei Kerne übereinander liegen. Die Sehzellen stehen schräg, aber ihre chorioidealen Enden sind noch nicht faserförmig ausgezogen.

Dass die Zapfeninnenglieder hier, ebenso wie bei der Krähe, während der Entwickelung ihre Breite verändern, geht aus der Tabelle 3 hervor. Man sieht, dass die Innenglieder ursprünglich in der Area und in den äquatorialen Retinatheilen gleich dick angelegt sind, dass aber diese Dicke in der Area allmählich absolut abnimmt, während sie in den äquatorialen Partien bestehen bleibt.

Auch die Pigmentzellen verhalten sich in ganz entsprechender Weise wie bei der Krähe (s. Tabelle 4).

Tabelle 3. Fringilla domest. Breite der Zapfeninnenglieder

	Area, Mitte	Aequator	Nahe an der Ora
54 ^{mm}	0·0044	0·0044	—
72 „	0·0033	0·0044	—
80 „	0·0022	0·0044	—
Erwachsener	0·0011	0·0044—0·0045	0·0066

Tabelle 4. Fringilla domest. Breite der Pigmentepithelzellen.

	Area, Mitte	Augengrund	Opticuseintritt	Nähe der Ora
19 mm	0·0183	0·0133	0·0117	0·0050
24 „	0·0250	0·0133	0·0083	0·0050
54 „	0·0233	0·0150	0·0083	0·0067
72 „	0·0200	0·0150	0·0083	0·0050
Erwachsener	0·0150	0·0150—0·0166	0·0133	0·0133

Columba livia domest.

Die Fovea der Taube ist nur wenig tief; sie sitzt auf einer Area, welche in allen wesentlichen Bauverhältnissen mit derjenigen der Krähe übereinstimmt.

Bei einem Embryo von 7.5 mm N. L. sind die Retinaschichten noch undifferencirt und keine Opticusfasern sind in der Netzhaut vorhanden. Letztere hat ihre grösste Dicke am hinteren Pol, wo ca. 11—12 Kerne übereinander liegen; gegen die Peripherie hin sinkt die Dicke auf 5—6 Kerne herab. Die Retina hat ganz das Aussehen von einem hohen Epithel, dessen grösster Theil von den etwas länglichen Kernen eingenommen wird; nur an den beiden Oberflächen, sowohl an der vitrealen (der Basalseite des Epithels), wie an der chorioidealen ist eine niedrige kernlose, durch die Zellgrenzen gestreifte Zone übrig; vielleicht findet sich am hinteren Pol eine erste Andeutung der beginnenden Differencirung, indem die vitrealen Kerne (ca. vier übereinander) etwas grösser und von mehr rundlicher Form, als die übrigen sind; jedoch ist dies noch sehr wenig auffallend. Die am meisten chorioideal belegene Kernreihe (und nur diese) befindet sich in lebhafter Proliferation; ich zählte beispielsweise an einem ganzen Meridionalschnitt 65 Mitosen. Die Mitosen rücken gern in den sonst kernfreien Saum hinaus (Fig. 8).

Das proximale Retinablatt besteht zum grössten hinteren Theile aus nur einer Reihe von hohen Zellen, deren runder Kern in dem vitrealen Ende sitzt; in dem peripheren Theile liegen aber 2—3 Zellen übereinander. Pigment ist überall in dem basalen, dem Bindegewebe aufsitzenden Zellenende vorhanden; soweit das Epithel mehrschichtig ist, findet sich das Pigment nur in den Zellen der chorioidealen Reihe.

Auch im Pigmentblatt geht die Zellenvermehrung vor sich, und zwar kommen Kerntheilungen überall im ganzen Blatte zerstreut vor; jedoch sind die Mitosen hier spärlicher, als in dem distalen Blatte, welches sich ja nicht nur nach der Fläche ausbreitet, sondern eben in dieser Periode

lebhaft an Mächtigkeit zunimmt, indem die neugebildeten Zellen nach der Höhe in das Epithel eingeschoben werden. Wo in dem Pigmentblatte mehrere Kerne übereinander liegen, treten die Mitosen nur in den der Augenblasenspalte nächstliegenden auf (Fig. 8), ganz wie das im distalen Blatte der Fall ist, und in Uebereinstimmung mit der Thatsache, dass man im Centralnervensystem, in der Riechgrube, der Linsen- und Gehörblase die Theilungsfiguren immer nur in der freien Seite des Epithels trifft. In beiden Netzhautblättchen liegen die die Spindelaxen der Mitosen meistens parallel zur Retinaoberfläche.

In dem distalen Blatte ist nahe am Augenblasenstiele die obenerwähnte kernfreie vitreale Zone besonders hoch, und wenn man diese Partie von der Fläche betrachtet, sieht man die Basalenden der Zellen (wohl der Radialfasern) reihenweise von dem oberen Ende des Spaltes angeordnet; Nervenfasern konnte ich zwischen ihnen noch nicht beobachten.

Bei Embryonen von ca. 13 ^{mm} N.-L. sind die Opticusfasern fast in der ganzen Netzhaut vorhanden; nur in den peripheren Theilen sind sie nicht kenntlich. An der flach ausgebreiteten Retina sieht man sie von der — geschlossenen — Augenblasenspalte aus bündelweise zwischen den Radialfaserfüssen ausstrahlen, indem sie ein längliches Maschenwerk bilden. An einer Stelle aber, ca. 1·25 ^{mm} nach oben, vorn vom oberen Ende der Spalte, nehmen sie den für die Area charakteristischen Verlauf an, um jenseits von dieser Stelle ihren Weg in radiärer Richtung fortzusetzen. Je mehr von der Eintrittsstelle entfernt, um so weniger gestreckt werden die Maschen des Anastomosennetzes.

Am senkrechten Schnitte zeigt sich die Retina bedeutend dicker, als im vorigen Stadium und namentlich hat sie an der durch den Nervenverlauf als Area bezeichneten Stelle ihre grösste Mächtigkeit, indem hier ca. 31 Kerne übereinander liegen, während in der Aequatorialgegend nur 11 vorhanden sind. In der Area ist die Differencirung des Gangl. opt. deutlich hervorgetreten; die vitrealen ca. 6 Zellen sind gross, mit verästeltem Zellkörper und rundem Kerne, und eine Art von Grenze zwischen ihnen und der chorioideal belegenen, mit länglichen Kernen versehenen Zellmasse ist dadurch gegeben, dass zwischen den beiden Zellgruppen ein gleichsam oedematöser Streif von etwas grösseren Zellzwischenräumen entstanden ist; eine innere reticuläre Schicht ist aber nicht da. In dem weiter chorioideal belegenen Theile ist keine Differencirung zu sehen. Auch das Gangl. opt. ist nur im Bereiche der Area recht deutlich zu erkennen; es wird nach allen Seiten hin ziemlich rasch dünner und schmilzt dann mit der übrigen Kernmasse zusammen; und es verdient, hervorgehoben zu werden, dass dies auch gegen den Opticuseintritt hin der Fall ist, so dass die Bil-

dung der Ganglienschicht jedenfalls nicht von letztgenannter Stelle, sondern von der Area ausgegangen ist.

Mitosen finden sich immer nur in der am meisten chorioideal belegenen Kernreihe; an einem Flachschnitte zählte ich in einem Quadrat von 0·1 mm Seite 62 Mitosen.

Embryo von 28 mm N.-L. Die Mächtigkeit der Retina hat zugenommen, wobei die Area als dickste Stelle ca. 45 Kerne übereinanderliegend hat, während die Zahl am Aequator ca. 23 und weiter gegen die Area hin ca. 11 beträgt. Die Differencirung des Gangl. opt. ist bis ungefähr am Aequator deutlich ausgesprochen; mitten in der Area liegen 5—6 Zellen übereinander, am Aequator 3. Gerade nach aussen von diesen dichtgeschlossenen Ganglienzellen, und durch einen schmalen Zwischenraum getrennt, liegt eine einfache Reihe von runden, klaren Kernen, welche nach aussen an die sehr dünne Anlage der inneren reticulären Substanz grenzt.

In der chorioideal von der Molecularschicht befindlichen Zellenmasse sind die 4—5 vitrealen Kernreihen durch bedeutendere Grösse und runde Form von den übrigen, langgestreckten Kernen, als den Spongioblasten angehörig, ausgezeichnet. Die äusseren nnd inneren Körner sind noch nicht von einander geschieden; die zahlreichen Mitosen finden sich wie früher nur in der chorioidealen Kernreihe.

Bei Embryonen von 31 mm N.-L. ist die Area — wie das übrigens auch im vorigen Stadium der Fall war — an der flach ausgebreiteten (mit Salpetersäure fixirten) Retina als kleiner gesättigt weisser, bei durchfallendem Lichte etwas opaker Fleck von ca. 0·75 mm Durchmesser kenntlich. Ihre Mitte liegt ca. 1·5 mm vom oberen Ende des Opticuseintrittes entfernt. Eine Protuberantia bulbi ist nicht zu erkennen.

Die beim vorigen Embryo erwähnten runden klaren Kerne finden sich noch an der chorioidealen Seite der compacten Ganglienschicht (Fig. 9). Die innere reticuläre Schicht ist jetzt etwas dicker und deutlich als solche zu erkennen. Die Stelle der Zwischenkörnerschicht ist im Augengrunde als heller, zwischen den beiden Körnerschichten hinziehender Streif zu sehen; eine äussere reticuläre Substanz ist jedoch nicht gebildet; der helle Streif ist am deutlichsten in der Area. Die äusseren Körner liegen in der Area zu ein bis zwei übereinander, ein wenig seitlich davon aber 3 bis 4fach geschichtet.

Mitosen finde ich jetzt, aber verschieden zahlreich, in allen Retinaschichten. Ausser in den alleräussersten Kernen kommen sie auch in den vitrealen Zellen der äusseren Körnerschicht vor; ebenfalls in der inneren Körnerschicht, sowohl in den Spongioblasten, als im Gangl. ret., und zwar treten sie mit besonderer Vorliebe an den Grenzen zwischen letztgenannten, resp. zwischen inneren und äusseren Körnern auf, nament-

lich in den peripheren Partien, wo diese Theile noch nicht recht scharf von einander geschieden sind. Endlich habe ich die Mitosen in dem Gangl. opt. und zwar auch mitten in der Area gesehen. Aber die Stelle der lebhaftesten Proliferation ist noch wie früher die chorioideale Seite der ganzen Retina.

Dieser Zustand besteht nun im Ganzen so lange der Embryo noch im Eie bleibt.

Bei Jungen, welche eben im Begriffe sind, das Ei zu verlassen, stehen die oben erwähnten runden Kerne an der chorioidealen Seite des Gangl. opt. etwas discontinuirlich.

Der Anfang der Zapfen giebt sich im Bereiche der Area durch das Hervorspriessen von kleinen spitzen Kegeln kund; letztere sind derjenigen Bildung sehr ähnlich, welche ich beim Menschen als „Cuticula" beschrieben und abgebildet[1] habe, sind aber nicht so deutlich wie dort.

30 Stunden nach dem Auskriechen bemerkt man, dass die Kerne der Radialfasern in der Area und deren Umgebung deutlich in eine Reihe gestellt hervortreten; namentlich mitten in der Area sind ihre Zwischenräume weniger von anderen Kernen aufgenommen. Die Radialfasern beginnen in der Area eine mit den vitrealen Enden gegen die Mitte convergirende Schrägstellung anzunehmen. Die Zapfeninnenglieder sind jetzt deutlich zu erkennen. Am besten sind sie in der Area ausgebildet und verlieren sich noch hinter dem Aequator. Die Zapfen stehen anfangs getrennt, was vielleicht darin seinen Grund hat, dass nicht alle Sehzellen einer Localität gleichzeitig ihre Zapfen bilden.

Am dritten Tage trennen sich die Augenlider. Die Retina ist wie vorher beschaffen, nur finde ich an Praeparaten von dieser Zeit eine sehr distincte einschichtige Lagerung der äusseren Körner im Bereiche der Area.

In den folgenden Tagen (4—5—6. Tag) tritt die Anordnung der Radialfaserkerne in einer besonderen Zone deutlich hervor, ebenso wie ihre schräge Stellung. Ausserdem ordnen sich jetzt die Kerne des Gangl. ret. in den bekannten geneigten Reihen, und findet man von diesem Zeitpunkte an auch im Flachschnitte dieselben Kerne in radiär zur Areaaxe gestellten Reihen geordnet. In diesem Stadium habe ich mitunter eine sehr schwache Protuberantia bulbi gesehen.

Am neunten Tage sind die Zapfen bis nahe an die Ora zu erkennen. Die Fovea centralis ist jetzt als schwache Einbuchtung an der vitrealen Seite der Retina zu erkennen. Das Gangl. opt. ist hier nicht verdünnt, sondern ein wenig ausgebuchtet; die innere reticuläre Schicht

[1] *Internationale Monatsschrift für Anatomie und Physiologie.* 1887. Bd. IV.

dagegen erleidet eine kleine Ausbuchtung und dasselbe gilt von der inneren Körnerschicht. Letztere hat aber in der Umgebung der Vertiefung etwas an Mächtigkeit zugenommen. Die äussere Körnerschicht enthält jetzt in der Area zwei Reihen von runden Kernen.

Am zwölften Tage finde ich das Gangl. opt. in der Fovea ein wenig verdünnt. Die äusseren Körner dagegen sind jetzt zu drei übereinander gelagert, wobei sie noch immer ihre runde Form behalten.

Mit dem vierzehnten Tage endlich werden die äusseren Körner auch etwas langgestreckt und haben die schräge, vitreal divergirende Stellung angenommen.

Das Junge bleibt noch einige Wochen im Neste und es wird während dieser Zeit die absolute Mächtigkeit der inneren Körnerschicht vielleicht etwas vermehrt und die absolute Breite der Zapfen reducirt. Die Dickenabnahme der Zapfeninnenglieder in der Area findet nämlich auch bei der Taube statt, wie das aus der Tabelle 5 ersichtlich ist. Die Pigmentzellen dagegen zeigen uns in sehr geringem Maasse die Wachthumsschwankungen, welche bei den mit tiefer Fovea ausgestatteten Vögeln so sehr hervortreten.

Tabelle 5. Columba livia domest. Breite der Zapfeninnenglieder.

	Zwischen Area und Opticuseintritt	Area. Mitte	Aequator
30 Stunden	0·0044	0·0033	0·0044[1]
3 Tage	0·0044	0·0033	0·0044[1]
7 „	0·0033	0·0027	0·0044
12 „	0·0033	0·0022	0·0044
14 „	0·0033	0·0022	0·0044
Erwachsenes Thier	0·0044	0·0011	0·0044

Lacerta vivipara.

Die Lacerta vivipara besitzt im erwachsenen Zustande eine runde Area centralis, welche dicht nach oben vom Opticuseintritte sitzt. An meinen in Spiritus gehärteten und daher nicht in situ fixirten Praeparaten konnte ich eine Fovea nicht erkennen; jedenfalls ist dieselbe, falls vorhanden, sehr unbedeutend. Alle drei Kernschichten sind in der Area verdickt, dagegen war die bei Lacerta viridis vorkommende divergente Schrägstellung der inneren und äusseren Körner nicht zu erkennen; in der inneren Körner-

[1] Etwas nach hinten vom Aequator gemessen; am Aequator sind die Innenglieder noch nicht deutlich entwickelt.

schicht stehen die Kerne reihenweise zwischen den ungefähr senkrechten Radialfasern geordnet.

Die untersuchten Embryonen waren in Perényi's Flüssigkeit fixrit.

Bei den jüngsten Embryonen von 5 mm N.-L., ca. 7·5 mm Totallänge, sind die Netzhautschichten noch undifferencirt; nur sieht man in der nächsten Umgebung der nicht ganz geschlossenen Augenblasenspalte Nervenfasern zwischen den Basalenden der Radialfasern.

Embryonen von 6 mm N.-L., ca. 10 mm Totallänge. Die drei Kernschichten sind am hinteren Theile der Retina, bis kaum zum Aequator, von einander geschieden; die Scheidung ist am deutlichsten in der Area, welche sich auch dadurch kenntlich macht, dass das Ganglion optici hier am dicksten ist. Die äusseren Körner liegen überall, auch in der Area in zwei Reihen. Zapfen sind nicht vorhanden.

Bei einem 13 mm langen Embryo sind die Zapfen fast ganz bis zur Ora hervorgewachsen.

Bei Embryonen von 15 mm Länge sieht man im Bereiche der Area eine schwache Trennung zwischen den in der Form leicht unterscheidbaren Kernen der Spongioblasten und der Zellen des Gangl. retinae, indem sich hier etwas grössere Räume zwischen den sonst dicht liegenden Elementen befinden. Die inneren Körner fangen an, sich reihenweise zwischen den Radialfasern zu ordnen.

Die Netzhaut eines 27 mm langen Embryo's ist im Ganzen dem vorigen ähnlich, und beide unterscheiden sich namentlich dadurch von der des Erwachsenen, dass sowohl die innere wie die äussere Körnerschicht noch eine absolut geringere Mächtigkeit hat; letztere enthält jetzt zwei Kernreihen, während sie beim Erwachsenen ca. fünfschichtig ist.

Eine Protuberantia bulbi war in keinem der untersuchten Stadien vorhanden.

Auch bei Lacerta vivipara lässt sich eine Abnahme der Zapfenbreite in der Area nachweisen; zu der Tabelle 6 muss jedoch bemerkt werden, dass die Messung an dem erwachsenen, in Spiritus weniger gut fixirten Exemplare nicht ganz zuverlässig geschehen konnte.

Tabelle 6. Lacerta vivipara. Breite der Zapfeninnenglieder in Mm.

	Area, Mitte	Mitten zwischen Area und Ora
13 mm	0·0044—0·0055	0·0055
15 „	0·0044	0·0055—0·0066
27 „	0·0033	0·0055
Erwachsenes Thier	0·0022—0·0033 (?)	0·0055 - 0·0066

Sterna cantiaca.

Die verschiedenen Sternaarten besitzen zwei runde Foveae, eine nasale und eine temporale, und noch dazu eine streifenförmige, mit welcher letzteren ich mich jedoch bei dieser Gelegenheit nicht beschäftigt habe. Die beiden runden Foveae dagegen habe ich auf ihre Entwickelung hin untersucht und zwar bei der St. cantiaca an einer Reihe von Embryonen und Jungen, welche ich Hrn. Kaufmann Lund in Kallundborg verdanke, dem ich noch für viele andere werthvolle Hülfeleistungen während meiner Untersuchungen verpflichtet bin.

Der Bildungsvorgang ist einfach so, dass die beiden Areae, bez. die dazu gehörigen Foveae, jede für sich und gleichzeitig, genau denselben Entwickelungsgang durchmachen, welchen wir bei den oben erwähnten Vögeln kennen gelernt haben.

Bei Embryonen von 13^{mm} ist die Retina noch undifferencirt; jedoch beginnen einige von den für das Gangl. optici bestimmten Kernen eine rundliche Form anzunehmen, und zwar sind solche Kerne überall im Augengrunde zu sehen, innerhalb eines Feldes, welches beide Areae enthält. Die Stellen der beiden Areae sind durch ihre grössere Dicke kenntlich. Im Flächenbilde sieht man, dass die Basalenden der Zellen (wohl der Radialfasern) in der Nähe der Augenblasenspalte reihenweise, von letzterer ausstrahlend, gestellt sind, während sie weiter peripheriewärts ein mehr unregelmässiges Maschenwerk bilden, deren Anordnung an den beiden Areastellen nicht merklich von der Umgebung abweicht. Nervenfasern sind noch nicht vorhanden.

Embryonen von 15^{mm} sind ungefähr auf derselben Entwickelungsstufe. Aeusserlich am Bulbus, den beiden Areastellen entsprechend, sind zwei Protuberanzen kenntlich, von denen die temporale jedoch sehr wenig hervortritt. Die beiden Stellen geben sich am meisten durch die etwas schwächere Pigmentirung kund.

Bei 17·5 und 20^{mm} langen Embryonen sind Nervenfasern überall in der Retina vorhanden und zeigen an den Areae die für diese Stellen charakteristische Verlaufsweise. Eine Abbildung hiervon ist in meiner Abhandlung [1] mitgetheilt. In beiden Areae ist der Anfang der inneren reticulären Schicht zu bemerken (Fig. 10); auch beginnen hier die äusseren Körner von der gesammten Körnermasse unterscheidbar zu werden. In der ganzen übrigen Netzhaut ist dagegen nur das Gangl. optici differencirt, aber durch keine Molecularschicht ausgesondert. Das Gangl. optici ist in den Areae am dicksten.

---

[1] *Dies Archiv.* 1889. Suppl. Taf. VI, Fig. 14.

Embryo 55 mm, noch im Eie. Die Protuberanzen sind beide vorhanden; die nasale ist die grössere. Eine Zwischenkörnerschicht ist jetzt überall gebildet und die chorioideale Seite der Netzhaut durch eine scharfe Limitans ext. begrenzt. An den beiden Areae heben sich über die Limitans ext. kleine hügelartige Vorsprünge hervor: die ersten Spuren der Zapfenbildung, welche, wenn auch in anderen Retinatheilen erkennbar, jedenfalls in den Areae am deutlichsten sind.

Wenn das Junge das Ei verlässt, sind die Zapfen überall wohl ausgebildet. In beiden Areae beginnen die Kerne des Gangl. retinae, die divergente Schrägstellung einzunehmen; auch sieht man hier zwischen Spongioblasten und Gangl. retinae einen hellen, von den Radialfaserkernen aufgenommenen Zwischenraum. Die Foveae centrales sind noch nicht da. Die Protuberanzen sind nicht mehr zu erkennen.

Bei Jungen im Neste, welche 12 cm von der Schnabelspitze bis zum Steiss messen, hat die Foveabildung begonnen; sie ist an der nasalen[1] Area am meisten vorgeschritten; die helle Radialfaserkernzone ist verschwunden.

Bei noch grösseren Jungen, welche, noch im Flaumkleid, herumlaufen können und, wenn sie beängstigt werden, sich ohne Bedenken auf das Wasser hinausbegeben, sind die Foveae ungefähr in der erwachsenen Tiefe ausgebildet. Die äusseren Körner, welche in früherer Zeit in der Area eine besonders dünne Schicht bildeten, haben jetzt an Zahl zugenommen und schichten sich zu mehreren übereinander; jedoch sind die chorioidealen Enden der Sehzellen noch nicht faserförmig ausgezogen.

Ueber die Breite der Zapfeninnenglieder und der Pigmentzellen besitze ich keine vollständige Reihe von Messungen; einige Maasse, welche ich an getrennten Stufen machen konnte, zeigen jedoch unzweideutig, dass in beiden Areae der Sterna dieselben Vorgänge wiederkehren, welche wir bei der Krähe und dem Sperling erörtert haben.

Syngnathus typhle.

Beim erwachsenen Syngnathus typhle liegt der Opticuseintritt nach hinten und etwas nach oben vom Centrum der Retinae; er zeigt sich als kleine, runde, pigmentirte Vertiefung in der verhältnissmässig dicken Netzhaut. In dem nach hinten (caudal) von der Opticusstelle befindlichen kleineren Retinaabschnitte hat die tiefe, punktförmige Fovea centralis ihren Platz, dem Opticus etwas näher als der Ora retinae. An einem durch Fovea und Opticus geführten Schnitte (Fig. 11) sieht man, dass der die Fovea enthal-

[1] Bei dem erwachsenen Vogel ist die Fovea nasalis tiefer als die F. temporalis.

tende hintere Retinatheil merklich dicker als der längere vordere ist, und ein Blick auf die Anordnung der Elemente (Fig. 12) lehrt sofort, dass der ganze hintere Theil vom Opticus bis zur Ora als eine die Fovea umgebende Area centralis gebaut ist.

Die Fovea kommt dadurch zu Stande, dass sämmtliche nach innen von der Limitans ext. liegenden Schichten verdünnt und ausgebuchtet sind; die Zapfen dagegen sind an dieser Stelle bedeutend verlängert und drängen, indem ihre chorioidealen Enden dem ungeänderten Verlaufe der Bulbuswand folgen, die Limitans im Bogen gegen die äussere Körnerschicht hervor. Unterbrochen wird in der Fovea keine Schicht.

Im Ganzen stimmt die Fovea und ihre Umgebung mit derjenigen des Hippocampus überein, welch' letztere von Carrière[1] erwähnt und abgebildet ist. Die Fovea centralis des Syngnathus hat W. Krause[2] abgebildet; weil aber das betreffende Praeparat, wie vom Verfasser selbst bemerkt, weniger gut fixirt ist, habe ich meine hier mitgetheilte Abbildung nicht für überflüssig gehalten.

Ueber den Verlauf der Nervenfasern im Flächenbilde kann ich nichts mittheilen; im senkrechten Schnitte treffe ich sie auch im Grunde der Fovea, entsprechend dem Vorhandensein von Ganglienzellen an dieser Stelle. Das Gangl. optici hat in der Area eine Mächtigkeit von 3 bis 5 Zellen und geht in der Fovea auf 1 bis 2 herab. Die Kerne der inneren Körnerschicht, besonders diejenigen des Gangl. retinae, sind übereinander in Reihen gestellt, welche vitrealwärts von der Fovea divergiren. Chorioideal vom Gangl. retinae, durch einen kernarmen Zwischenraum davon geschieden, liegt eine einfache Reihe von stark tingirten Kernen; dicht nach aussen von letzteren, in der dünnen reticulären Schicht eingebettet, befindet sich eine ebenfalls einfache Lage von platten, blassen Zellen. An der Fovea sind diese beiden letztgenannten Elemente etwas mehr nach der Flächenrichtung gestreckt. In der äusseren Körnerschicht sind die Kerne überall in der Retina in zwei Schichten geordnet: in eine vitreale, dickere, die Zapfenzellenkerne enthaltende und eine chorioideale, dünnere mit den Stäbchenzellenkernen. Gegen die Fovea hin findet man nun dieselbe Anordnung, welche Carrière für Hippocampus beschreibt. Die beiden Kernschichten weichen auseinander, indem die vitreale sich immer mehr von der Limitans ext. entfernt und der so entstandene Raum von den entsprechend verlängerten und schräg gestellten Sehzellenfasern durchsetzt wird; in einigem Abstande von der Foveamitte hören die äusseren

---

[1] Carrière, *Das Sehorgan.*

[2] *Internationale Monatsschrift für Anatomie und Physiologie.* 1889. Bd. VI. Taf. IX.

Kerne gänzlich auf (Fig. 12); die vitrealen dagegen setzen sich in verdünnter und nach aussen gebogener Lage hinter der Fovea fort, indem sie der nach innen hervorgewölbten Limitans ext. entgegenkommen. Die Elemente der Zapfenschicht nehmen in der Area bedeutend an Höhe zu und werden gleichzeitig dünner. Sie sind von den entsprechend verlängerten und schräg gestellten Fortsätzen des Pigmentepithels umgeben. — Unter den drei in gleichem Sinne schräg gestellten Abschnitten: Zapfen, Zapfenzellen und Gangl. retinae, nehmen die faserförmigen Zapfenzellen die am meisten geneigte Stellung ein.

An Schnitten, welche durch die Fovea, den Opticus und durch die ganze Netzhaut gehen, sieht man in dem nasal vom Opticus belegenen Theile eine Stelle, deren Bau sich etwas von den Nachbartheilen unterscheidet. Die Retina hat hier eine Verdickung, deren Maximum ungefähr denselben Abstand vom Opticus hat, wie die an der entgegengesetzten Seite belegene Fovea. Die Verdickung kommt hauptsächlich dadurch zu Stande, dass 1. die innere Körnerschicht an Mächtigkeit zunimmt, 2. die vitreale Kernlage der äusseren Körnerschicht dicker wird und ihr Abstand von der nicht unterbrochenen äusseren Kernreihe zunimmt, und endlich 3. die Zapfen ebenso wie die Pigmentzellen höher werden; die Zapfen sind gleichzeitig etwas verdünnt. An Schnitten, welche quer zur Längsaxe des Kopfes geführt sind, lässt sich die Verdickung nach oben und unten vom Opticus mit gleichem Abstande von diesem bis in die Gegend der Fovea hinüber verfolgen; sie scheint mir jedoch im vorderen Retinatheile am besten entwickelt zu sein. Man könnte die Sache vielleicht so auffassen, dass der Syngnathus eine ringförmige Area centralis besitzt, welche den Opticuseintritt rings umgiebt und in deren hinterem, stärker entwickeltem Abschnitte die Fovea angebracht ist; jedoch muss bemerkt werden, dass dem grössten Theile des Ringes eine Eigenthümlichkeit fehlt, welche sonst der Area centralis zukommt, nämlich die Verdickung des Gangl. optici.

Die jüngsten untersuchten Embryonen waren ca. 7 mm lang und lagen im Ei zusammengerollt, den Schwanz über die Schnauze geschlagen. Schnitte durch Opticus und Anlagestelle der Area zeigen zunächst, dass der hintere Retinaabschnitt, derjenige, an welcher die Area sich bilden soll, dem vor dem Opticus liegenden Theile in der Entwickelung bedeutend voraus ist. Nicht nur übertrifft er letzteren an Länge, im Gegensatz zu dem erwachsenen Zustande (Fig. 13, vergl. Fig. 11), sondern er zeigt auch beginnende Differencirung der Schichten, während der vordere Theil noch völlig undifferencirt ist. Eine schmale innere reticuläre Schicht ist vorhanden, welche einerseits bis nahe an den Opticus reicht, gegen die Peripherie hin aber in einigem Abstande vom Netzhautrande aufhört, und durch welche ca. fünf Reihen von rundlichen Kernen dem Gangl. optici zugetheilt

werden. Etwa in der Mitte des Retinastückes sieht man eine feine Linie, welche äussere und innere Körnerschicht von einander trennt, aber von weit geringerer Ausdehnung ist, als die innere reticuläre Schicht (Fig. 13). Die hierdurch abgegrenzte äussere Körnerschicht bildet eine Reihe von prismatischen Zellen, ganz von dem Aussehen eines mässig hohen Cylinderepithels, deren Kerne in einer Reihe liegen. — An wenig älteren Embryonen, wo die äussere Körnerschicht bis nahe an den Opticus hervorgerückt war, standen ihre Kerne zu zwei über einander verschoben.

Das proximale Retinablatt besteht aus einer Schicht niedriger, pigmentirter Zellen.

Mitosen finden sich namentlich in der chorioidealen Seite der Netzhaut, wo sie indessen nicht nur an die äusserste Zellschicht gebunden sind; namentlich an den Enden der die beiden Körnerschichten trennenden Linie finde ich nicht selten in beiden Schichten Kerne, welche in Theilung begriffen sind. Auch habe ich solche mitten in der inneren Körnerschicht gesehen. Die Kernspindelaxen liegen meistens, jedoch nicht immer, parallel zur Retinafläche.

Bei Embryonen von ca. 9 mm Körperlänge war die Scheidung der beiden Körnerschichten in proximaler Richtung bis an den Opticus vorgedrungen, während alles Uebrige mit dem soeben beschriebenen Zustande übereinstimmte.

Die nun folgenden Praeparate (Fig. 14) gehören einem Stadium, welches in der Entwickelung schon ziemlich hervorgerückt ist, nämlich von 17 mm langen Jungen aus dem Brutsacke des Männchens an. Der vordere Retinatheil steht noch an Längenentfaltung zurück; die Differenzirung ist aber überall durchgeführt, so dass nur in der Peripherie der ursprüngliche Zustand besteht. Auch die Zapfen sind gebildet und zeichnen sich im hinteren Retinatheil durch ihre bedeutende Länge aus, wodurch die Limitans int. in der für die Area eigenthümlichen Weise eingebogen wird. Nahe am Opticus sind die Kerne der Sehzellen in zwei Reihen geordnet, von denen die äussere an der den verlängerten Zapfen entsprechenden Strecke fehlt. Gegen die Peripherie hin geht die Sehzellenschicht in den undifferencirten Theil über, ohne dass die äussere Kernreihe wieder aufgetreten ist. An den verlängerten Zapfen macht sich die Breite der Innenglieder bemerklich.

Junge von 24 mm Länge, ebenfalls in dem Brutsacke, können, wenn man sie herausnimmt, rasch im Wasser herumschwimmen und ganz gut auf eigener Hand gehen. Ihr Gesichtsorgan wird demgemäss wohl schon einigermaassen brauchbar sein, aber es hat noch keineswegs den endlichen Zustand erreicht. Der hintere Retinaabschnitt hat noch das Uebergewicht über den vorderen Theil (Fig. 15). Die Fovea ist noch nicht vor-

handen; jedoch ist im Bereiche der verlängerten Zapfen eine beginnende Verdünnung der Schichten zu bemerken. In dem vorderen Netzhauttheile sieht man jetzt die oben erwähnte areaähnliche Stelle durch Verlängerung der Zapfen angedeutet.

So weit ist die Retina in ihrer Entwickelung gelangt kurz vor dem Zeitpunkte, wo der junge Fisch den Brutsack verlassen soll. Aber noch in der ersten Zeit des selbständigen Herumschwimmens bleibt sie unvollendet. Fig. 16 zeigt das Bild von einem 51 mm langen Jungen, welches im freien Wasser genommen ist, wo es wahrscheinlich schon mehrere Wochen zugebracht hat. Unter Anderem hat die Fovea noch keineswegs ihre endliche Tiefe erreicht.

Dass die Areazapfen auch bei Syngnathus Anfangs dicker als später sind, sieht man aus der Tabelle 7.

Tabelle 7. Syngnathus typhle. Breite der Zapfeninnenglieder.

	Nähe am Opticus	Fovea	Peripherie
17 mm	0·002	0·0033—0·0044	Zapfen fehlen
51 „	0·003	0·0015	Zapfen fehlen
Erwachsener	0·0033—0·0038	0·0016	—
Erwachsener	0·0033	0·0011	0·0033—0·0038

Einige Wachsthumsvorgänge in der Retina im Allgemeinen und in deren Area centralis.

Es ist eine auffallende Thatsache, dass die Netzhaut bei jungen Embryonen sehr dick ist, und namentlich kommt es sehr oft vor, dass eine gegebene Netzhautregion, z. B. die Aequatorialgegend, in einem Stadium, wo noch keine Differenzirung eingetreten ist, die gleiche oder eine noch grössere Mächtigkeit hat, wie an weiter entwickelten Stufen. Weil nun die allmählich sich ausbildenden beiden reticulären Schichten einen immer grösseren Antheil der Retinadicke ausmachen, ist es klar, dass in solchen Fällen die drei kernhaltigen Schichten entsprechend reducirt werden müssen.

Ich habe in der That gefunden, dass die drei kernhaltigen Schichten während der Entwickelung keineswegs gleichmässig an Dicke zunehmen, sondern dass es hingegen sogar Stufen giebt, wo eine absolute Abnahme derselben regelmässig zu constatiren ist. Es kommen während der Entwickelung gewisse regelmässige Schwankungen in der absoluten Mächtigkeit der Kernschichten vor; und zwar giebt es zwei Arten von solchen Schwankungen: die einen treten immer auf, sei es, dass die betreffende Netzhaut mit Area ausgestattet

ist oder nicht; die anderen kommen nur bei der Bildung von einer Area, und an diese gebunden, vor.

Um dies genauer festzustellen, war es nothwendig, die verschiedenen Stufen mit Zahl oder Maass unter einander zu vergleichen. Dabei habe ich es vorgezogen, von den reticulären Schichten (und den Opticusfasern) ganz abzusehen, und nur auf die drei kernhaltigen Schichten die Aufmerksamkeit zu richten; und weil hier die Kernzahl der für die Mächtigkeit eigentlich maassgebende Factor ist, benützte ich nicht das Dickenmaas, sondern die Zahl der über einander liegenden Kerne. Diese Zahl ist freilich nicht mit absoluter Genauigkeit zu haben, schon deshalb, weil die Kerne nicht regelmässig in Schichten über einander liegen, sondern zwischen einander geschoben sind, und man ist deshalb jeden Augenblick bis zu einem gewissen Grade auf willkürliche Schätzung angewiesen, ob man zwei gegebene Kerne als über oder neben einander liegend betrachten will. Wenn jedoch womöglich eine ganze Serie der zu vergleichenden Stufen an einem und demselben Tage abgezählt wird, dann hat man die Wahrscheinlichkeit dafür, dass die Schätzungen im Ganzen nach derselben Seite ausfallen werden.

Die Resultate der Zählungen habe ich zur leichteren Uebersicht in graphischen Darstellungen aufgeführt, von denen einige auf den Taf. XIX und XX hier mitgetheilt sind. Das Verfahren war im Kurzen folgendes: Ich benütze senkrechte Schnitte, welche in gleicher Richtung durch den Opticus, oder durch diesen und die Area gelegt sind, und fange an einer geeigneten Stelle der Retina (Opticusrand oder Mitte der Area) an; zähle hier die übereinander liegenden Kerne in den drei Schichten und drücke die Zahlen in den Tabellen durch die Länge der senkrechten Linien aus, in der Weise, dass jede Millimetertheilung einem Kerne entspricht. Die drei Schichten sind in den Tabellen so übereinander angeführt, wie sie im Schnitte — die Limitans ext. nach oben — liegen; die äusseren Körner und das Gangl. optici sind durch ausgezogene, die inneren Körner durch punktirte Linien gezeigt. Wo es in den früheren Stadien noch nicht zur Differenzirung gekommen ist, sind die noch nicht von einander getrennten Schichten mit gemeinsamer punktirter Linie angegeben. Auf je 0·2 ^{mm} (oder an sehr kleinen Objecten auf je 0·04 ^{mm}) längs der Limitans ext. wird eine solche Zählung gemacht und alle Zählungen in der Tabelle nebeneinander mit constanten Abständen eingeführt, so dass die Tabelle gewissermaassen das Bild des Retinaschnittes dargestellt. Die graphischen Wiedergaben derjenigen Netzhäute, welche zu einer und derselben Entwickelungsreihe gehören, sind nach Altersstufen übereinander gestellt, wobei der Ausgangspunkt der Zählung (Opticusrand oder Areamitte) überall in einer und derselben senkrechten angebracht ist. Man erhält also eine

Uebersicht sowohl der Unterschiede innerhalb jeder einzelnen Netzhaut, wie des Verhaltens der verschiedenen Stufen gegenüber einander. — Selbstverständlich darf bei der Benutzung dieser Tabellen nur auf ziemlich grob hervortretende Verhältnisse Rücksicht genommen werden, während die Methode es nothwendig macht, alle feineren Nüancen als innerhalb des recht weiten Spielraumes der Fehlerquellen liegend zu behandeln.

Ich gebe zuerst die Darstellungen von zwei Netzhäuten, welche keine Area enthalten; die eine (Taf. XVII, Fig. 1) ist von der Ratte (albinotisch), die andere (Taf. XVII, Fig. 2) von einem Fische, dem Zoarces viviparus.

Die Fig. 1 (Ratte) beginnt mit einer jungen Stufe, 8 mm N.-L., in welcher die Differencirung noch nicht begonnen hat. Bei dem folgenden, 19 mm langen Embryo hat die Netzhaut sowohl an Dicke, wie an Flächenausdehnung zugenommen, und das Gangl. optici ist in dem hinteren Retinatheile differencirt, reicht aber noch nicht bis zur Ora. Beim Neugeborenen ist eine bedeutende Zunahme an Dicke zu bemerken; die beiden Körnerschichten sind noch nicht von einander geschieden. Letztere Trennung ist bei vier Tage alten Jungen eingetreten, während die ganze Dicke noch etwas zugenommen hat. Man bemerkt — was auch beim Neugeborenen der Fall war —, dass das Gangl. optici, welches beim 19 mm langen Jungen ca. 5 Zellen hoch war, jetzt auf 2—3 herabgegangen ist. Zehn Tage nach der Geburt ist die Mächtigkeit der Kernschichten absolut geringer geworden und wenn wir zuletzt das erwachsene Thier untersuchen, finden wir eine sehr beträchtliche absolute Verdünnung, bei welcher u. a. das Gangl. optici auf nur eine Zellreihe reducirt ist.

In ganz derselben Weise verhält sich die Netzhaut des Zoarces (Fig. 2) und ein vorläufiger Blick auf die Figg. 3 bis 5 wird davon überzeugen, dass auch hier der Entwickelungsgang in übereinstimmender Weise geschieht: Die Mächtigkeit der zusammengenommenen Kernschichten nimmt anfangs zu und erreicht ihr Maximum ungefähr zu der Zeit, wo die Scheidung der drei Schichten von einander vollbracht ist; von da ab nimmt die absolute Mächtigkeit wieder ab.

Die einzelnen Netzhautschichten verhalten sich hierbei in bestimmter Weise. Das Ganglion optici wird verhältnissmässig dick angelegt, aber bald, und noch bevor das eben erwähnte Totalmaximum erreicht ist, beginnt eine Verdünnung dieser Schichte, welche bis zum erwachsenen Zustande fortdauert, so dass die Ganglienschicht beim Erwachsenen absolut beträchtlich dünner ist, als bei der ersten Anlage. Vergleicht man hiermit das Verhalten der Mitosen, so findet man Folgendes: In den früheren Stadien sind es nur die am meisten chorioideal belegenen Kerne, welche sich theilen; aber in diesen sind dann auch die Mitosen überall reichlich

vorhanden, was damit in Uebereinstimmung ist, dass nicht nur die Vergrösserung nach der Fläche besorgt werden soll, sondern dass zugleich eine Menge von den neugebildeten Zellen durch Hineinschieben in die Retinadicke die Zunahme an Mächtigkeit bewirkt, welche eben in diesem Zeitraume auf ihr Maximum hinaufgetrieben wird. Nachdem die Schichten von einander geschieden sind — auch wohl ein wenig früher —, findet man dagegen Kerntheilungen überall, sowohl im Gangl. optici und innerer Körnerschicht, wie in den äusseren Körnern; aber immer finden sich die Mitosen weit spärlicher in den inneren Schichten, als in der äusseren Körnerschicht. In letzterer sind sie namentlich oft noch recht zahlreich vorhanden vor dem Zeitpunkte, wo die Zapfenbildung beginnt; wo aber Zapfen aufgetreten sind, findet man die Mitosen nur spärlich. Jedoch muss ich, im Gegensatze zu meiner früheren Angabe, jetzt durch grösseres Material belehrt, die Bemerkung machen, dass die Kerntheilungen nicht ganz an solchen Stellen fehlen, wo schon Zapfen vorhanden sind; sie sind allerdings hier nur spärlich und kann man mitunter in dieser Hinsicht einen auffallenden Unterschied in einer und derselben Retina finden, wenn die Zapfenbildung in den centralen, aber noch nicht in den peripheren Theilen stattgefunden hat.[1]

Mit dem Verhalten der Mitosen steht vielleicht die gleichmässige Dickenabnahme der Ganglienschicht in Zusammenhang. Diese Schicht ist ursprünglich dick angelegt; aber von dem Augenblicke an, wo sie durch die Bildung der inneren reticulären Schicht ausgesondert ist, findet nur eine sehr geringe Vermehrung ihrer Elemente durch Theilung statt, und jedenfalls steht diese Vermehrung gegenüber der noch fernerhin regen Proliferation an der äusseren Retinaseite weit zurück. Während die Retina somit hauptsächlich durch die Thätigkeit der äussersten Schicht weiter nach der Fläche wächst, wird das Gangl. optici darauf hingewiesen sein, die in ihm einmal vorhandene Menge von Elementen durch den von der proliferirenden Zellschicht ausgehenden Zug in die Breite dehnen zu lassen. Die in dem Gangl. optici hie und da auftretenden Kerntheilungen zeigen aber, dass die in der kleinen Retina der frühen Stufen enthaltene Anzahl

[1] Während ich früher angenommen habe, dass mit der Entwickelung der Zapfen die Vermehrungsfähigkeit der zugehörigen Zellen aufhöre, kann ich dies jetzt nicht für ganz bewiesen ansehen; jedoch muss ich es bis auf Weiteres für möglich halten, denn an Praeparaten aus der ersten Bildungszeit der Zapfen gewinnt man den bestimmten Eindruck, dass die letzteren an einer gegebenen Stelle nicht alle auf einmal hervorschieben; und wenn man Mitosen in einer Strecke der äusseren Körnerschicht sieht, an welcher schon Zapfen vorhanden sind, ist es somit wohl denkbar, dass die in Theilung begriffenen Zellen solche sind, die noch nicht, wie die umgebenden, Zapfen gebildet haben. Entscheidende Praeparate habe ich nicht gehabt.

von Zellen jedoch nicht ganz ausreichend ist für den Bedarf des erwachsenen Zustandes.

Ebenso wie am Gangl. optici kann man auch in den beiden anderen Kernschichten eine solche Verdünnung nachweisen, welche etwas später, als in jenem auftritt, und wohl in entsprechender Weise zu erklären wäre. Bei Zoarces, Lacerta vivip., Taube (s. die Taf. XIX, Fig. 2, 3, Taf. XX, Fig. 4), ist es namentlich die innere Körnerschicht, welche in dieser Beziehung hervortritt, während die bei diesen Thieren verhältnissmässig dünne Sehzellenschicht kaum so bedeutende Schwankungen aufweist, dass bei der angewandten Methode ein grösseres Gewicht auf dieselben gelegt werden darf. Bei der Ratte andererseits, deren Retina nach dem Typus mit mächtiger äusserer Körnerschicht gebaut ist, findet sich die Abnahme hauptsächlich in dieser Schicht ausgesprochen.

Vielleicht würde Jemand, anstatt der hier angenommenen Flächendehnung, lieber ein einfaches Zugrundegehen von Zellen für die Ursache der Verdünnung halten; ich kann dagegen nichts Positives beweisen, muss aber sagen, dass ich von einem Zerfall niemals die Spuren gesehen habe.

Ich erinnere wiederholt daran, dass es sich hier nur um die Mächtigkeit der drei Kernschichten handelt, und zwar um diese als durch die Kernzahl ausgedrückt. Der Einfluss der in den graphischen Tabellen dargestellten Bewegungen auf die Gesammtdicke der Retina wird durch das Wachsthum der reticulären Schichten wenigstens theilweise ausgeglichen und wird wohl auch zum kleinen Theil modificirt werden können durch Aenderungen in der Grösse der einzelnen zelligen Elemente.

Wenden wir uns jetzt zu den Entwickelungsvorgängen an der Area und nehmen wir als erstes Beispiel die Taube (Taf. XX, Fig. 4). Zunächst sieht man, dass die gesammte Netzhaut die oben beschriebenen Phasen durchmacht, wobei die Area während der ganzen Zeit die dickste Partie der ganzen Retina bildet. Die Area nimmt anfangs, der allgemeinen Regel folgend, an Dicke zu, bis sie mit der durchgeführten Differencirung ihr Maximum erreicht hat, und geht dann wieder herab (in der Tabelle bis zum 7. Tage). Gegen das Ende der Entwickelung kommt es aber dann wieder zu einer Zunahme an Mächtigkeit. Die sehr seichte Fovea der Taube giebt sich nur in geringem Grade in der Kernzahl kund; bei der tiefen Fovea des Sperlings (Fig. 5) werden wir es anders finden. Verfolgen wir den Antheil, welchen die einzelnen Kernschichten an diesem Wechseln der totalen Mächtigkeit nehmen, dann finden wir zunächst, dass das Ganglion optici gleich bei der ersten Anlage in der Area eine grössere Mächtigkeit besitzt, als ausserhalb derselben. Während der Entwickelung wird es überall etwas verdünnt, jedoch weniger in der Area, als in der übrigen Retina, wo es zuletzt auf nur eine Kern-

reihe reducirt wird. Die mächtige innere Körnerschicht ist es, welche den hauptsächlichsten Einfluss auf das Gesammtbild ausübt. Auch die äussere Körnerschicht behält nicht ihre Dicke bei, sondern macht einige charakteristische Veränderungen durch: Bei dem ersten Auftreten der Schicht liegen die Kerne überall auf zwei bis drei Reihen gegen einander verschoben, aber bald kommen Stufen, wo in der Area distinct nur eine einzige Kernreihe vorhanden ist, so dass die Schicht in der Area gegenüber den ausserhalb letzterer belegenen 2—3 schichtigen Theilen möglichst dünn erscheint. Dieses Verhältniss ändert sich indessen gegen das Ende der Entwickelung, indem dann (in der Tabelle bei dem 14 Tage alten Jungen) eine Zunahme der äusseren Körner erfolgt, durch welche die Schicht eben in der Area ihre grösste Mächtigkeit (3—4 Kerne) erreicht, während sie in der übrigen Retina auf zwei Kernreihen stehen bleibt.

Bei Lacerta vivipara, deren Area mit kleiner Fovea versehen ist, finden wir (Taf. XIX, Fig. 2) genau denselben Entwickelungsgang wieder.

Fig. 5 auf Taf. XX giebt die Entwickelung bei dem Sperling wieder. Das jüngste Stadium ist schon so weit vorgerückt, dass die Differencirung in der Area vollbracht ist. Weiter peripher ist zunächst nur das Gangl. optici ausgeschieden und noch weiter nach aussen bilden die Kernschichten eine zusammenhängende, nicht differencirte Masse. Die verhältnissmässige Dicke der peripheren Theile gegenüber der Area ist wohl so zu erklären, dass das Dickenwachsthum, wie gewöhnlich, in den noch undifferencirten Partien am stärksten geschieht, und dass die völlige Differencirung, welche ja mit der grössten Dickenentwickelung der betreffenden Retinapartie ungefähr zusammenzufallen pflegt, in diesem Falle in der Area an einem verhältnissmässig früheren Zeitpunkte eingetreten ist, als z. B. bei der Taube; bei dem Sperling werden, nachdem die Area mit der durchgeführten Differencirung ihr Dickenmaximum erreicht hat, die peripheren Theile noch die Zeit gehabt haben, um sich weiter an Mächtigkeit zu entwickeln. — Bald gelangt indessen die Differencirung ganz bis zur Ora und die regelmässige Dickenabnahme geht in der ganzen Netzhaut vor sich. Die Area nimmt hierbei weniger rasch an Dicke ab, als die peripheren Partien (Embr. 54 ^{mm} und 72 ^{mm}), so dass sie jetzt, obwohl absolut herabgegangen, jedoch die relativ dickste Stelle der Netzhaut ausmacht. Beim 85 ^{mm} langen flüggen Jungen hat die Area noch ausserdem absolut an Mächtigkeit zugenommen und an ihrer vitrealen Fläche ist die Fovea centralis durch absolute Dickenabnahme entstanden. Das Gangl. optici hat auch beim Sperling von Anfang an seine grösste Mächtigkeit in der Area, und diese Mächtigkeit wird ohne kenntliche Veränderung bis in den erwachsenen Zustand hinein beibehalten, während die Schicht sonst in der Retina die gewöhnliche Verdünnung erleidet. An der in der letzten Entwickelungszeit

eintretenden Verdickung der Area betheiligen sich sowohl die inneren als die äusseren Körner, welch' letztere ursprünglich in dünner und zwar einfacher Schicht vorhanden waren.

Bei Corvus frugilegus findet die Entwickelung in ganz derselben Weise statt; das Gangl. optici ist aber bei seinem ersten Entstehen überall recht dick, so dass die grössere Mächtigkeit, welche es allerdings in der Area besitzt, weniger auffällt.

Beim Menschen hatte ich in einer früheren Publication[1] angegeben, dass die Ganglienschicht ursprünglich überall in der Retina dieselbe Dicke besitze. Nachdem ich jetzt meine Praeparate aufs neue durchgesehen, und die durch ausgedehntere Zählungen erhaltenen Resultate nach der in der vorliegenden Arbeit angewandten Methode graphisch zusammengestellt habe, finde ich, dass auch beim Menschen das Gangl. optici von seiner ersten Anlage an etwas dicker in der Area, als in der übrigen Retina ist; der Unterschied ist jedoch eben an den ersten Stufen nur wenig hervortretend. Die Mächtigkeit aber, welche die Ganglienschicht beim Menschen in der Area von Anfang an hat, bleibt an dieser Stelle durch die ganze Entwickelungszeit bestehen, während die Schicht in der übrigen Retina bekanntlich zuletzt auf eine Reihe von — ausserdem getrennt liegenden — Zellen herabgeht. — Auch beim Menschen finde ich die in der Area schliesslich auftretende Dickenzunahme der inneren Körnerschicht; ebenso ist die äussere Körnerschicht, welche beim Erwachsenen auch in der Area mehrere Kernschichten enthält, ursprünglich hier einschichtig angelegt, und ist somit die Entwickelung nach den hier in Rede stehenden Hauptzügen dieselbe, wie bei den aufgeführten Vögeln nnd bei Lacerta. Die menschliche Retina ist aber insofern von derjenigen der genannten Thiere verschieden, als sie nach dem bei Säugern gewöhnlichen Typus mit relativ mächtiger äusserer Körnerschicht gebaut ist, was wiederum die Physiognomie der Area beeinflusst. Ich behalte mir weitere hierauf bezügliche Mittheilungen vor, bis ich über vergleichendes Material zur Entwickelung der nach diesem Typus gebauten Netzhäute verfügen kann.

Auch bei dem beschriebenen Fische, Syngnathus, lassen sich die Wachsthumsschwankungen, wenn zwar weniger rein hervortretend, erkennen.

Es hat sich also für die untersuchten Formen der Area centralis die Regel herausgestellt: Das Ganglion optici hat von Anfang an in der Area eine grössere Mächtigkeit als in der übrigen Retina. Während diese Schicht im Allgemeinen bei der vorschreitenden Entwickelung eine Abnahme an Dicke erleidet, ist dies in der

[1] *Internationale Monatsschrift für Anatomie und Physiologie.* 1887.



Area nur in geringerem Grade, mitunter gar nicht der Fall, so dass in der erwachsenen Area immer eine relativ dicke Ganglienschicht bestehen bleibt. — Die innere Körnerschicht ist bei ihrem ersten Entstehen von beträchtlicher Dicke, nimmt aber allmählich überall absolut an Mächtigkeit ab; in der Area findet jedoch in der letzten Zeit der Entwickelung wiederum eine Zunahme an Mächtigkeit statt. — Die äussere Körnerschicht ist im Bereiche der Area Anfangs sehr dünn, innerhalb eines gewissen Zeitraumes nur einschichtig, und erhält sich so bis sie erst gegen das Ende der Entwickelung die erwachsene Dicke erreicht.

Falls man, nach dem bei der Ratte und bei Zoarces Erörterten, annehmen will, dass die inneren Retinaschichten während das Wachsthums eine Flächendehnung erleiden, welche durch die regere Proliferation in den chorioidealen Theilen veranlasst wird, so kann man, glaube ich, die Spuren dieser Dehnung auch in der Area verfolgen; sie werden aber hier durch besondere locale Wachsthumsvorgänge modificirt. Die innere Körnerschicht nimmt bis zu einem gewissen Punkt in der gewöhnlichen Weise ab, und ebenso ist oft an dem Gangl. opt. eine Verdünnung nachzuweisen; letztere Schicht behält indessen mitunter ihre ursprüngliche Mächtigkeit bei und dies möchte ich in der Weise auffassen, dass hier zwar auch eine Flächendehnung vor sich geht, dass aber gleichzeitig eine hinreichende Neubildung von Ganglienzellen stattfindet, um der Verdünnung das Gegengewicht zu halten. Diese Annahme scheint mir um so mehr berechtigt zu sein, als eine solche locale Vermehrung der Elemente nachweisbar sowohl in der inneren, als in der äusseren Körnerschicht zu einer bestimmten Zeit, nämlich gegen das Ende der Entwickelung, auftritt.[1]

Beiläufig sei hier die Bemerkung eingeschaltet, dass, weil die Menge der Ganglienzellen in der Area in allen Fällen nur wenig verändert wird, und am ehesten etwas abnimmt, während dagegen die beiden Körnerschichten schliesslich merklich an Zellenzahl zunehmen, so ist es klar, dass, falls später entstandene Körnerzellen mit den Zellen des Gangl. opt. Ver-

---

[1] Die menschliche Retina, in welcher keine, oder jedenfalls nur eine geringe Dickenabnahme des Ganglion optici stattfindet, war es, welche mich zu der in einem früheren Aufsatze geäusserten Meinung veranlasste, dass das Ganglion optici in der Area nicht gedehnt würde und dass diese Retinapartie überhaupt vor der Dehnung geschützt sei. Ich kann diese Auffassung nicht mehr aufrecht erhalten, u. A. weil ich jetzt weiss, dass jedenfalls die innere Körnerschicht in der Area eine Verdünnung erleidet. Auch muss ich jetzt, durch reicheres Material belehrt, ein grösseres Gewicht auf die in den inneren Schichten vorkommenden Mitosen legen, welche letztere ich damals für recht selten hielt.

bindung haben sollen, diese Verbindungen in der ersten Anlage des betreffenden Retinastückes nicht vorhanden sein können, sondern nachträglich gebildet werden müssen.

Ueber diesen Punkt hinaus vermag ich die gefundenen Thatsachen nicht mit einander in erklärenden Zusammenhang zu bringen, und namentlich ist mir die Bildungsursache der Fovea centralis noch ganz unverständlich. Die Fovea senkt sich allmählich unter absoluter Dickenabnahme der Retina ein, oder, wie man vielleicht die Sache auch ausdrücken könnte, von dem bindegewebigen Corpus vitreum schiesst eine Papille in das aufliegende Epithelgebilde, die Retina, hinein, und zwar an der dicksten Stelle der letzteren. Wo bleiben aber die dadurch verdrängten Zellen? Von Atrophie, Hinfall u. s. w. habe ich niemals etwas wahrnehmen können. Wenn man eine ausgebildete Fovea betrachtet, in deren Umgebung die inneren Körner und vielleicht auch die Sehzellen nach allen Seiten divergiren, dann denkt man zunächst daran, dass etwa eine solche eindringende Papille die Elemente in die genannte Stellung hin nach den Seiten verschoben habe. Aber die Schrägstellung (und die entsprechende Radiärstellung im Flächenbilde) ist schon geraume Zeit vor der Foveabildung zu Stande gekommen; sie tritt auf, während die Area in der Protuberantia bulbi *in toto* ausgebuchtet liegt, kann aber auch sehr wohl ausgebildet vorkommen bei Thierformen, wo die Protuberanz nicht oder nur sehr undeutlich nachzuweisen ist, wie z. B. bei der Taube. Auch die Protuberantia bulbi kann ich in kein genaueres Verhältniss zur Foveabildung bringen, denn sie ist schon geschwunden, wenn die Fovea sich bildet, und kommt überdies nicht bei allen mit Fovea ausgestatteten Thierformen vor.

Bei den Einzelbeschreibungen habe ich den Befund erwähnt und durch Maassangaben bestätigt, dass die Zapfeninnenglieder der Area allmählich an Dicke abnehmen. Auch hierfür fehlt mir die Erklärung. Zunächst würde man wohl an die bedeutende Vermehrung der äusseren Körner am Schluss der Entwickelung denken; wenn die auf dem gegebenen Areal in grosser Zahl neu entstandenen Sehzellen nur dadurch genügenden Raum finden können, dass sie ihre Kerne auf mehrere Reihen verschieben, so würden die zugehörigen Zapfen wohl auch in dem Gedränge zusammengedrückt werden. Aber die Verdünnung der Zapfen beginnt früher als die Sehzellenvermehrung. Beim Sperling ist die Verdünnung beim 72 mm langen Jungen nachzuweisen, zu einer Zeit, wo die äusseren Körner noch in einer Reihe liegen. Ebenso sind die Zapfen bei der Taube am siebenten Tage dünner als bei ihrem ersten Entstehen; die Sehzellen liegen aber nur einschichtig, d. h. sie sind in noch dünnerer Lage geordnet als in früheren

Stufen. Bei Lacerta von 15·4 mm und 27 mm, wo die Zapfenverschmälerung eingeleitet ist, hat die innere Körnerschicht zwar etwas zugenommen; letztere steht aber bei beiden Jungen auf derselben Mächtigkeit, während die Zapfenbreite von dem 15·4 mm langen bis zu demjenigen von 27 mm abnimmt.

Auch die Pigmentzellen, welche in der Area in früheren Zeiten besonders breit sind, werden hier später bedeutend verschmälert, und mache ich darauf aufmerksam, dass diese Verdünnung nicht etwa einer gleichzeitig erfolgenden Verlängerung proportional ist; die Pigmentzellen der Area bleiben hingegen bei den Vögeln, welche hierauf untersucht sind, hinter denjenigen der benachbarten Theile an Höhe zurück.

Die Ergebnisse der hier mitgetheilten Untersuchungen fasse ich in folgenden Sätzen zusammen:

1. Die Area centralis retinae, sei es, dass sie mit einer Fovea versehen ist oder nicht, dass sie einfach oder doppelt in derselben Netzhaut vorkommt, entsteht ausserhalb der Augenblasenspalte, nachdem letztere geschlossen ist, und steht mit derselben in keiner genetischen Verbindung.

2. Die Area centralis ist die Stelle, wo die von der vitrealen nach der chorioidealen Seite vorschreitende Differenzirung der Netzhautschichten ihren Anfang nimmt und zuerst durchgeführt wird. Von der Area aus breitet sich die Differenzirung nach allen Seiten hin weiter gegen die Peripherie aus.

3. An den drei kernhaltigen Netzhautschichten kommen im Laufe der Entwickelung gewisse Schwankungen der absoluten Dicke vor. Diese Schwankungen sind theils solche, die regelmässig alle Netzhautgegenden betreffen; ausserdem giebt es aber noch solche, die nur in der Area auftreten.

In einer Netzhaut, welche mit keiner Area versehen ist, nimmt die Gesammtdicke der drei kernhaltigen Schichten (durch die Zahl der übereinanderliegenden Kerne ausgedrückt) Anfangs zu, bis sie ihr Maximum ungefähr zu der Zeit erreicht, wo die Differenzirung der Schichten in dem betreffenden Retinaabschnitte vollzogen ist. Von da ab nimmt die Dicke wieder bis zum erwachsenen Zustande absolut ab. Dabei verhalten sich die einzelnen Schichten so, dass das Ganglion optici bei seiner ersten Anlage die grösste Mächtigkeit besitzt, welche ihm überhaupt während der ganzen Entwickelung zukommt, und dann allmählich verdünnt wird, bis es im erwachsenen Zustande seine absolut geringste Dicke hat. Die beiden Körnerschichten zusammengenommen nehmen ebenfalls stetig an

Dicke ab; es ist aber hierbei zu bemerken, dass die beiden zunächst hierauf untersuchten Thierformen Netzhäute besitzen, welche nach verschiedenem Typus gebaut sind. Die Netzhaut der Ratte gehört nämlich zu dem Typus mit dicker äusserer und dünner innerer Körnerschicht, während umgekehrt in derjenigen des Zoarces viviparus die äusseren Körner weniger mächtig, als die inneren sind. Es zeigt sich nun, dass in jeder von diesen Netzhäuten die mit der vorschreitenden Entwickelung stattfindende Verdünnung hauptsächlich die in jedem Falle mächtigere von den Körnerschichten betrifft; bei der Ratte also ist es die äussere, bei Zoarces die innere Körnerschicht, welche besonders an Mächtigkeit abnimmt, während die andere Schicht eher eine kleine Bewegung im entgegengesetzten Sinne macht.

In den Fällen, wo eine Area centralis gebildet wird, ist auch in deren Bereiche die Netzhaut absolut am mächtigsten zu der Zeit, wo die Differenzirung vollbracht wird, und nimmt von da auch hier anfangs an Dicke ab. Gegen das Ende der Entwickelung kommt es dann aber nachträglich in der Area zu einer Zunahme an Mächtigkeit. Das Verhalten der einzelnen Schichten ist hierbei folgendes: Das Ganglion optici hat von seiner ersten Anlage an in der Area eine grössere Mächtigkeit, als sonst in der Retina; mit der weiteren Entwickelung wird dieser — übrigens in verschiedenem Grade ausgesprochene — Unterschied immer auffälliger dadurch, dass die Schichte in der ganzen übrigen Retina die gewöhnliche absolute Abnahme an Mächtigkeit erleidet, während sie in der Area entweder auf ihrer ursprünglichen Dicke stehen bleibt, oder jedenfalls nur in verhältnissmässig geringerem Gerade verdünnt wird. Die innere Körnerschicht nimmt nach ihrer Ausscheidung als selbständige Schicht anfangs in der Area, wie in der übrigen Retina, an Dicke ab. Zum Schluss der Entwickelung wächst sie aber auf's Neue in die Dicke. Die äussere Körnerschicht wird in der Area ursprünglich dünn angelegt und bleibt hier längere Zeit hindurch einschichtig; erst gegen das Ende der Entwickelung wächst sie zu ihrer definitiven Mächtigkeit auf.

4. Die Opticusfasern zeigen, so bald sie überhaupt in der Area zu erkennen sind, den für diese Gegend eigenthümlichen Verlauf.

5. Die Zapfen in der Area haben anfangs eine grössere Dicke, als diejenigen der anderen Netzhautgegenden und sind ebenfalls in früheren Stadien dicker als beim Erwachsenen. Während der Entwickelung nehmen sie absolut an Dicke ab.

6. Die Pigmentzellen können sich in entsprechender Weise wie die Zapfen verhalten. In diesem Falle nehmen sie in der Area allmählich an Breite zu, bis ein Maximum erreicht ist, welches zeitlich ungefähr mit der grössten Zapfendicke zusammenfällt; hierauf werden sie wiederum absolut

schmäler und besitzen im erwachsenen Zustande ihre geringste Breite. Die Pigmentzellen der Area sind dann in früheren Stufen absolut breiter als die übrigen Pigmentzellen des Augengrundes; im erwachsenen Zustande aber absolut schmäler.

7. Die Fovea centralis bildet sich erst, nachdem die zugehörige Area schon lange einen gewissen Entwickelungsgrad erreicht hat; mitunter erst während der letzten Entwickelungsphasen der Area.

8. Die Fovea centralis entsteht als einfache Einbiegung an der vitrealen Oberfläche der Area; sie dringt dann allmählich weiter in die Tiefe, wobei die einzelnen Schichten eine nach der anderen, in der Reihenfolge von der vitrealen nach der chorioidealen Seite, ausgebuchtet, verdünnt, resp. unterbrochen werden.

9. Während der Entwickelung tritt oft, namentlich bei Formen mit tiefer Fovea, eine Protuberantia bulbi auf, d. i. eine umschriebene Hervorwölbung der ganzen Bulbuswand, in welcher die Areaparthie der Netzhaut ausgebuchtet liegt. Die Protuberanz ist eine vorübergehende Bildung, welche wieder verschwunden ist zu dem Zeitpunkte, wo die Foveabildung anfängt.

10. Die z. B. bei vielen Vögeln vorkommende schräge, zu den Müller'schen Fasern gekreuzte Stellung der Elemente im Ganglion retinae, und die nach der Retinafläche gehende strahlige Ordnung derselben Elemente treten gleichzeitig auf, und zwar eine Zeitlang bevor die Foveabildung beginnt, so dass sie beim Anfange der letzteren schon fertig sind.

11. Zwei Areae in einer und derselben Retina mit sammt ihren zugehörigen Foveae entwickeln sich jede für sich ganz in der für die einfache Area, resp. Fovea geltenden Weise.

12. Der Anfang der Areabildung fällt, nach dem Angegebenen, mit dem Anfange der Differenzirung der Schichten zusammen; ihren Abschluss hat sie gewöhnlich zu der Zeit erreicht, wo das junge Thier sich selbst überlassen bleibt. Bei Vögeln, welche nach dem Auskriechen aus dem Eie noch einige Zeit im Neste unter der elterlichen Pflege zubringen, geschieht eben während dieser Zeit noch ein bedeutender Theil von der Areaentwickelung, und es verdient vielleicht bemerkt zu werden, dass letztere zu der Zeit, wo die Augenlider sich trennen, noch ein Beträchtliches übrig hat. Auch beim neugeborenen Menschen ist die Area nicht völlig entwickelt, und fällt hier namentlich die noch auf einer Kernreihe stehende äussere Körnerschicht, sowie die schon von Hannover erwähnte geringe Ausbildung der Zapfen auf. Die Fovea ist aber vorhanden.

Kopenhagen, den 14. November 1889.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. XVIII.)

Fig. 1. Corvus frugilegus. Embryo 7·6 cm. Hinterer Theil des Augapfels mit der Protuberantia bulbi, *Pr. b.*; Nervus opticus *Opt.*. Natürliche Grösse.

Fig. 2. Corvus frugilegus. Embryo 7·6 cm. Linkes Auge von oben; die Protuberanz *in situ* im dreieckigen Raume zwischen den Mm. r. sup., r. med., und obl. sup. Natürliche Grösse.

Fig. 3. Corvus frugilegus. Embryo 7·6 cm. Area centralis retinae in der Protuberanz. $^{25}/_{1}$.

Fig. 4. Corvus frugilegus. Junges von 20·5 cm Länge (im Neste). Hinterer Theil des Augapfels mit der Protuberantia bulbi, *Pr. b.* Natürliche Grösse.

Fig. 5. Corvus frugilegus, 20·5 cm. Area centralis retinae. *Z.* Zapfen; *ä. K.* äussere Körner; *g. ret.* Ganglion retinae; *Rfk.* Radialfaserkerne; *Spgbl.* Spongioblasten; *g. opt.* Ganglion optici. $^{150}/_{1}$.

Fig. 6. Fringilla domestica. Embryo 19 mm. Schnitt durch Area und Opticuseintritt, *Opt.* Die Differenzirung der Schichten ist in der Area am weitesten vorgeschritten, hat aber in der Peripherie noch nicht angefangen. $^{75}/_{1}$.

Fig. 7. Fringilla domestica. Flügges Junge. Area centralis; die Fovea ist in ihrer Bildung begriffen. $^{150}/_{1}$.

Fig. 8. Columba livia domestica. Embryo 7·5 mm N.-L. Aus dem peripheren Theile der Retina. Senkrechter Schnitt durch beide Retinablätter. *P.* Pigmentblatt, in welchem die Kerne hier in dem peripheren Netzhauttheile mehrschichtig liegen. In beiden Blättern Mitosen in der der Augenblasenhöhle zugekehrten Seite. $^{300}/_{1}$.

Fig. 9. Columba livia domestica. Embryo 31 mm. Area centralis retinae. *ä. K.* äussere Körner, in der Mitte der Area dünn gelagert; *i. K.* innere Körner; *g. opt.* Ganglion optici, mitten in der Area am dicksten; an deren chorioidealer Seite, dicht an der inneren reticulären Schicht, liegt eine isolirte Reihe von Zellen. $^{150}/_{1}$.

Fig. 10. Sterna cantiaca. Embryo 20 mm. Senkrechter Schnitt durch beide Areae. $^{25}/_{1}$.

Fig. 11. Syngnathus typhle. Erwachsenes Thier. Durchschnitt der ganzen Netzhaut durch Opticus und Fovea. $^{25}/_{1}$.

Fig. 12. Syngnathus typhle. Erwachsenes Thier. Area centralis mit der Fovea. $^{90}/_{1}$.

Fig. 13. Syngnathus typhle. Embryo 2 mm. Krümmungsradius. Die Differenzirung fängt in der Area an. $^{75}/_{1}$.

Fig. 14. Syngnathus. Junges von 17 mm Länge, aus dem Brutsacke. $^{75}/_{1}$.

Fig. 15. Syngnathus typhle. Junges von 24 mm, aus dem Brütsacke. $^{75}/_{1}$.

Fig. 16. Syngnathus typhle. Freischwimmendes Junge von 51 mm Länge. $^{75}/_{1}$.

(Taf. XIX u. XX.)

Graphische Darstellung des Netzhautwachsthums.

Fig. 1 von Mus decumanus. (Albuminotische Var.)
Fig. 2 von Zoarces viviparus.
Fig. 3 von Lacerta agilis.
Fig. 4 von Columba livia domest.
Fig. 5 von Fringilla domest.

Ueber die Veränderungen des Zahnbogens bei der zweiten Dentition.

Von

Dr. Otto Zsigmondy.

(Hierzu Taf. XXI u. XXII.)

Wegen der erheblichen, nicht leicht zu deutenden Gestaltsveränderungen, welche der menschliche Unterkiefer im Laufe der postembryonalen Entwickelungsperiode erfährt, war dieser Skelettheil bekanntlich seit langem ein beliebter Gegenstand des Studiums für die mit der Erörterung der Frage nach dem Modus des Knochenwachsthums beschäftigten Forscher. Auf Grund genauer und umfänglich angestellter Messungen trachtete man die Differenzen zwischen der Form des kindlichen und der des völlig ausgebildeten Unterkiefers darzulegen und die thatsächlichen Vorgänge beim Wachsthum der einzelnen Theile, die Längen-, Höhen- und Dickenzunahme des Körpers, das Zurückweichen und die Ausbildung des aufsteigenden Astes, die Veränderung des Kieferwinkels u. s. w. im Detail festzustellen. Trotz der gegenwärtig bedeutend erweiterten und vertieften Einsicht in die Verhältnisse des Unterkieferwachsthums ist es jedoch noch nicht gelungen, alle auf dasselbe Bezug habende Fragen einem befriedigenden Abschlusse zuzuführen. Vor Allem gilt dies von der Frage, ob der den Milchzahnsatz tragende mittlere bogenförmige Theil des Unterkiefers während der Zahnwechselperiode unverändert bleibt oder sich erweitert, ob die Alveolen der die Milchzähne ersetzenden zehn vorderen permanenten Zähne in ihrer Gesammtheit den gleichen oder einen grösseren Bogen einnehmen, als jene ihrer Vorgänger. Diese Frage, welche schon vor hundert Jahren in anatomischen Werken einer Erörterung unterzogen wurde, bildete bis in die jüngste Zeit den Gegenstand vielfacher Unter-

suchungen, die jedoch einander direct widersprechende und nach keiner Seite hin entscheidende Resultate zu Tage förderten. Gerade der Lösung dieses Problems aber wird von Seiten mancher Autoren eine gewisse Bedeutung für die Discussion über den Knochenwachsthumsmodus beigelegt, welcher Umstand insbesondere mich hoffen lässt, dass die hiermit veröffentlichten Ergebnisse meiner Untersuchungen, die durch eine, soweit mir bekannt ist, neue Methode gewonnen wurden, nicht ohne Interesse für den Leserkreis dieses Archivs sein werden.

Es sei gleich hier bemerkt, dass der vorliegende Aufsatz lediglich der Registrirung der durch das Wachsthum während der bezeichneten Epoche bedingten Veränderungen in den Formverhältnissen des die zehn vorderen Zähne tragenden Kieferbogens ihrer zeitlichen Folge nach gewidmet ist und dass ich über die Erörterung der Morphologie nicht hinauszugehen gedenke. Auch bei der folgenden Litteraturzusammenstellung sollen aus den einschlägigen Arbeiten nur die auf die eben erwähnten Punkte sich beziehenden Angaben citirt werden.

John Hunter[1] dürfte wohl der erste gewesen sein, welcher sich bestrebte, die für das Unterkieferwachsthum geltenden Gesetze aufzudecken. Er kannte schon die Thatsache, dass in Bezug auf das Längenwachsthum in horizontaler Richtung nicht alle Theile des Kiefers das gleiche Verhalten zeigen. „Nach Vollendung des ersten Lebensjahres," sagt er, „verlängert sich die untere Kinnlade bloss an ihrem hintersten Ende." „Sie nimmt nachher nie in der Länge zwischen der Spitze des Kinns und dem sechsten Zahne zu und es wird auch von dieser Zeit an der Zahnhöhlenfortsatz, welcher den vorderen Theil der Bogen von beyden Kinnladen machet, nie ein grösseres Stück eines Zirkels." Diesen Satz, dass sowohl Länge als auch Bogenform des die zehn vorderen Zähne tragenden Kiefermittelstückes beim Wachsthum unverändert bleibt, illustrirt eine dem Werke Hunter's beigegebene Abbildung, in welcher vier Unterkieferhälften verschiedenen Alters in natürlicher Grösse knapp aneinander geschoben dargestellt werden, und zwar so, dass die gleichnamigen Zähne untereinander zu stehen kommen. Der jüngste von diesen Kiefern weist ein vollkommen ausgebildetes Milchzahngebiss, der älteste ein vollkommenes permanentes Gebiss auf. Eine Gerade ist so gezogen, dass sie die prominirendsten Stellen der labialen Flächen der centralen Schneidezähne in sämmtlichen vier Kieferhälften verbindet, eine zweite Gerade scheidet in allen vier Kiefern die Eckzähne von den ersten Backzähnen, eine dritte die zweiten von den dritten Backzähnen. Die erste und dritte Gerade sind parallel, nicht so

[1] J. Hunter, *Natural history of teeth.* Deutsche Ausgabe. Leipzig 1780. S. 108.

die zweite. Der Verlauf dieser drei Linien zeigt, dass der Raum, welchen Schneidezähne und Eckzahn beim Erwachsenen einnehmen, grösser ist, als beim Kinde, dass aber dieses Mehr an Raum im Zahnbogen, das für die vordersten drei Zähne beansprucht wird, wieder vollständig compensirt ist durch die geringere Grösse der permanenten kleinen Backzähne gegenüber den Michbackzähnen, das Endergebniss ist also, dass nach Verknöcherung der Synchondrosis mentalis auf dem ganzen Kieferbogen zwischen den beiden dritten Backzähnen keinerlei Längenwachsthum mehr stattfindet, dass die Ausdehnung des Kiefers in horizontaler Richtung nach dem gedachten Zeitpunkte ausschliesslich durch Vergrösserung seiner hinteren Abschnitte bewirkt wird.

Es soll nicht unerwähnt bleiben, dass schon ein jüngerer Zeitgenosse Hunter's, J. Blacke, gegen die Ansichten desselben in der Unterkieferwachsthumsfrage Stellung nahm und namentlich den Angaben über das Verhalten des Mittelstückes widersprach. Das betreffende Werk ist mir leider nicht zugänglich geworden.

Die nächste Erörterung wurde der Unterkieferwachsthumsfrage im Jahre 1803 zu Theil. Joseph Fox[1] pflichtet Hunter in allen Punkten bei, ohne etwas wesentlich Neues vorzubringen. Er behauptet, der vordere Theil des Kiefers erfahre beim Umtausch der Zähne wenig mehr als eine Formveränderung, er passe sich den permanenten Zähnen an und nehme kaum an Grösse zu. Das Wachsthum sei ausschliesslich auf die hinteren Abschnitte des Kiefers beschränkt, daher komme es, dass der kindliche Zahnbogen die Hälfte eines Kreises, der des Erwachsenen die Hälfte einer Ellipse bildet.

Ein französischer Autor, C. F. Delabarre,[2] führt als Beleg für das Längenwachsthum des Knochens im Gebiete der vorderen Zähne eine von ihm an einer grossen Anzahl von Individuen gemachte Beobachtung an, dass nämlich zwischen dem fünften und sechsten Lebensjahre die Milchzähne sich allmählich von einander entfernen und dass diejenigen Kinder, bei denen dies nicht geschieht, von einer irregulären zweiten Dentition bedroht sind Wie aus den weiteren Bemerkungen hervorgeht, bezieht sich Delabarre jedoch nur auf den Abschnitt des Kiefers, der die Schneide- und Eckzähne trägt, dessen Erweiterung Niemand geleugnet hatte, und lässt das Verhältniss des Gebietes der Milchbackzähne zu dem ihrer bleibenden Nachfolger ausser Betracht, obgleich gerade dieses, wie schon früher von Hunter gezeigt worden war, entscheidende Bedeutung für die Beantwortung der erörterten Frage besitzt.

[1] J. Fox, *Natural history of the human teeth.* London. 1803. p. 47.
[2] C. F. Delabarre, *Traité de la seconde dentition.* Paris 1819. p. 97.

Thomas Bell[1] spricht sich dahin aus, dass wegen der Kleinheit der Werthe, um die es sich bei der in Rede stehenden Frage nur handeln kann, vergleichende Messungen an macerirten Kiefern verschiedenen Alters nicht genügende Aufschlüsse ergeben. Um zu einem richtigen Resultate zu gelangen, müsse man Beobachtungen an dem nämlichen Individuum machen und einen Kieferbogen im siebenten Lebensjahre vergleichen mit demselben Kieferbogen im vierzehnten Lebensjahre. Nachdem Bell dies wiederholt gethan, zögert er nicht zu behaupten, dass die permanenten zehn vorderen Zähne einen etwas grösseren Bogen einnehmen als die Milchzähne, welchen sie nachfolgten, dass somit Hunter's und Fox's entgegengesetzte Angaben unrichtig seien. Etwas Näheres über die Art und Weise, wie er zu seinen Resultaten gelangte, theilt Bell nicht mit, ebensowenig einen Beweis für die Richtigkeit derselben.

Der nächste Autor Chapin Harris[2] bestätigt Bell's Angaben, dass die queren und perpendiculären Durchmesser der vorderen Kiefertheile bis zur Vollendung der zweiten Dentition sich zu vergrössern fortfahren. Wir finden bei Harris eine genaue Darlegung des Grössenverhältnisses der verschiedenen Milchzahnsorten zu ihren bez. Ersatzzähnen. Die permanenten Schneidezähne füllen den Raum, den die Milchschneidezähne früher inne hatten und ausserdem etwa die Hälfte dessen, den die Milcheckzähne einnahmen. Die andere Hälfte dieses Raumes und die Hälfte dessen, den früher die ersten Milchbackzähne inne hatten, wird von den permanenten Eckzähnen eingenommen. Die beiden permanenten kleinen Backzähne beanspruchen um etwa ein Fünftel oder ein Sechstel mehr Raum, als die übrig bleibende Hälfte des ersten und der ganze zweite Milchbackzahn eingenommen hatte. Es muss somit, wenn nicht eine Unregelmässigkeit in der Stellung der Zähne entstehen soll, ein geringes Längenwachsthum des die Milchzähne tragenden Alveolarfortsatzes erfolgen. Seine Dimensionen vergrössern sich vor dem Ausfallen der Milchzähne nicht wesentlich. Erst die Ersatzzähne stellen sich derart, dass ein grösserer Bogen entsteht. Thatsächlich wird ein neuer Alveolarfortsatz gebildet und dieser ist etwas grösser als der erste.

H. Welcker[3] ist der erste Autor, welcher die Resultate seiner auf die Unterkieferwachsthumsfrage bezüglichen Messungen ziffermässig mittheilt. Als Ausgangspunkt für dieselben wurde der dritte Backzahn, als einer der

---

[1] Th. Bell, *Anatomy, physiology and diseases of the teeth.* 2nd edit. London 1835. p. 81.

[2] Ch. Harris, *Principles and practice of dental surgery.* 6th edit. Philadelphia 1855. p. 141.

[3] H. Welcker, *Untersuchungen über Bau und Wachsthum des menschlichen Schädels.* Leipzig 1862. S. 10.



am wenigsten wandelbaren Punkte des Unterkiefers benutzt und die Entfernung der Mitte der oberen Fläche dieses Zahnes von der Mitte zwischen den beiden mittleren Schneidezähnen, sowie der gegenseitige Abstand der beiden dritten Backzähne, bestimmt. Welcker's Messungen, die an sechs Unterkiefern 7—9 jähriger Kinder, sowie an sechs erwachsener Männer vorgenommen wurden, ergaben, dass die Entfernung des dritten Backzahnes vom ersten Schneidezahn beim Achtjährigen und beim Erwachsenen gleich gross, dass der gegenseitige Abstand der dritten Backzähne hingegen um ein ganz Ansehnliches, um 6 ^{mm}, beim Erwachsenen grösser sei, als beim Kinde, so dass in einer Bogenlinie von gleicher Länge aber ungleicher Krümmung dort zehn Milchzähne, hier zehn bleibende Zähne ihren Platz finden.

F. Strassmann[1] hat ebenfalls vergleichende Messungen an macerirten Unterkiefern verschiedenen Alters angestellt und zwar suchte er die Distanzen einzelner Zahnalveolen von der Spina mentalis int. zu ermitteln. Auch dieser Autor nimmt an, dass eine allmähliche Erweiterung des Kieferbogens in den von ihm gemessenen Durchmessern stattfindet. Es seien hier nur diejenigen seiner Angaben mitgetheilt, welche den vorderen Abschnitt des Kiefers und sein Verhalten während der Zahnwechselperiode betreffen. Bei einem 3 Jahre 6 Monate alten Kinde betrug die Entfernung der Sp. ment. int. vom zweiten Schneidezahn 1 ^{cm}, die des gleichen Punktes vom Eckzahn $1^3/_4$ ^{cm}, bei einem 30 jährigen Manne war erstere Distanz auf $1^5/_6$ ^{cm}, letztere auf $2^1/_3$ ^{cm} gewachsen.

C. Hueter[2] zerlegte behufs Erörterung der Frage, welcher Theil des Unterkieferbogens vorzugsweise in horizontaler Richtung wachse, den oberen Kieferrand in ein System gerader Linien. Er unterscheidet eine frontal verlaufende, welche die Schneidezahnalveolen mit Einschluss der Eckzahnalveolen umfasst und beiderseits eine Linie der Backzahnalveolen zwischen der Alveole des Eckzahnes und der Wurzel des Processus coronoid. Bei Vergleichung der Längen dieser Linien beim Kind und beim Erwachsenen fand Hueter, dass der Theil des Kiefers, welcher die Backzahnalveolen trägt, viermal mehr wächst, als der, welcher die Schneide- und Eckzähne enthält. Die Längenzunahme des Kieferstückes zwischen den Alveolen der Eckzähne beträgt 0·4 bis 1·0 ^{cm}. Das starke Wachsthum auf der Linie der Backzahnalveolen ist vorzugsweise von der Bildung und dem Wachsthum der beiden hintersten Backzähne abhängig, hingegen zeigt eine Vergleichung der drei vorderen Backzahnalveolen beim Neugeborenen und beim

[1] F. Strassmann, *Nonnullae observationes ad ossium incrementum pertinentes.* Diss. inaug. Berolini 1862.

[2] C. Hueter, Der Unterkiefer bei Neugeborenen und Erwachsenen. Virchow's *Archiv.* Bd. XXIX. S. 121.

Erwachsenen, dass erhebliche Differenzen nicht existiren. Es findet somit eine Erweiterung des vorderen Kieferabschnittes ungefähr in demselben Ausmaasse, wie es Welcker ermittelt hatte, in Folge des Wachsthums auf der Linie der Schneidezahnalveolen statt.

C. Wedl[1] hat, um die Proportionen des Längenwachsthums des Unterkieferbogens zu ermitteln, an 45 Kinderschädeln eine Reihe von Messungen ausgeführt. Mit Hülfe eines dünnen, genau anzulegenden, etwas befeuchteten Papierstreifens wurde die periphere Begrenzung gemessen und zwar zunächst die Distanz der Vereinigungsstelle der beiden Unterkieferhälften von dem vorderen Rande des Foramen mentale, dessen variable Lage übrigens betont wird. Es ergab sich hierbei, dass das bedeutendste Wachsthum des Vorderabschnittes des Unterkiefers in die ersten Lebensmonate fällt und dass nach dem Durchbruch der Milchschneidezähne ein Stillstand eintritt, hingegen während des Zahnwechsels eine Zunahme, die gering berechnet 3 ^{mm} beträgt. Um dem Vorwurfe zu begegnen, es wäre keine Rücksicht auf die Dicke der Facialwand genommen worden, wurden auch einzelne Messungen nach Wegnahme der Facialwand angestellt, es zeigten sich jedoch im Vergleiche zu den früheren Resultaten keine erheblichen Differenzen.

Messungen am facialen Rande des Alveolarkammes von der Vereinigungsstelle der Kieferhälften über die Hälse der Zähne bis zur Hinterseite des Halstheiles vom zweiten Backzahn ergaben für die halbe Milchzahnreihe 32 bis 34 ^{mm}, für das entsprechende Segment der permanenten Zahnreihe 32 bis 37 ^{mm}. „In vielen Fällen stimmt somit das Maass des unteren Milchzahngebisses vollkommen mit dem entsprechenden Segmente des bleibenden Gebisses, ja es kann selbst das erstere Maass grösser gefunden werden, häufig aber finden wir dem entgegen eine Differenz.“

Um die Veränderungen in dem Zahnbogen der Milchzähne im Vergleiche zu jenem der bleibenden zu versinnlichen, construirte Wedl zwei Schemata, eines für den Ober- und eines für den Unterkiefer, welche die Bogen des bleibenden und des Milchzahnsatzes auf Grundlage von Messungen ineinandergeschoben darstellen. Als Ausgangs- und Endpunkte der Messung wurden angenommen: „der Mittelpunkt des Raumes zwischen den Schneiden der beiden Mittelschneidezähne und die mittleren Kreuzungspunkte der hinteren Kronen- mit der Kaufläche der zweiten bleibenden und Milchbackenzähne.“ Sowohl im Oberkiefer als im Unterkiefer ist der Bogen der permanenten Zähne weiter und länger als der der Milchzähne. Während jedoch im Unterkiefer „die Curven eine nahezu parallele Lage beibehalten haben“, somit alle Ersatzzähne gegenüber den Milchzähnen gleichmässig nach aussen gerückt erscheinen, ist im Oberkiefer der zweite bleibende

[1] C. Wedl, *Pathologie der Zähne.* Leipzig 1870. S. 64.

Backzahn beträchtlich mehr facialwärts gerückt, als der bleibende Schneidezahn. Beim Oberkiefer sehen wir, dass die Curve des Milchzahnsatzes einen Kreisbogen beschreibt, im bleibenden Zahnsatz hat sie sich in ein Segment einer Ellipse umgewandelt. Da die Maasse, auf Grundlage deren die Schemata zusammengestelt wurden, einem starken Milchzahnsatz und einem kräftigen Gebisse eines Mannes von 22 Jahren entnommen sind, sind sie keine Mittelmaasse und machen keinen Anspruch auf allgemeine Giltigkeit. Wählt man minder stark entwickelte bleibende Zahnsätze und vergleicht sie mit einem kräftig entwickelten Milchzahnsatz, so fallen die Curven zusammen, ja es kann selbst die Curve des letzteren grösser befunden werden.

G. M. Humphry[1] theilt in Bezug auf die Unterkieferwachsthumsfrage die Ansicht Hunter's. Obgleich der den Alveolarbogen bildende Knochen sich verlängert und der Bogen mehr elliptisch wird, erweitert er sich nicht. Die Vergrösserung (widening) des Kiefers, die im Zusammenhang mit der Verbreiterung der Schädelbasis einhergeht, findet hinter dem Alveolartheile am aufsteigenden Aste statt.

Auch Kölliker[2] beschäftigte sich mit den Wachsthumsveränderungen am Mittelstück des Unterkiefers. Er zeigt, dass die von Welcker nachnachgewiesene Aenderung in der Bogenkrümmung nicht so bedeutend sei, als dieser Autor geglaubt; der gradlinige Abstand der Mitten der ersten grossen Backzähne bei Erwachsenen wurde von Kölliker nur um $2 \cdot 2^{mm}$ grösser als bei Kindern gefunden.

In seiner Inauguraldissertation vertritt G. Ruge[3] wieder die Anschauung, dass keinerlei Wachsthumsvergrösserung der Alveolen des Mittelstückes statthabe, stellt sich somit auf denselben Standpunkt, wie John Hunter, Fox und Humphry. Die fünf ersten Zähne nehmen beim Kinde bereits einen so grossen Raum ein, wie beim Erwachsenen und auch der gradlinige Abstand der dritten Backzähne von einander vergrössert sich nicht. Zu diesem Ergebniss gelangte Ruge durch eine Reihe von Messungen an macerirten Kiefern, wobei die Breite des Raumes, den die in dem bogenförmigen Kieferstück gelegenen Alveolen einnehmen (in ähnlicher Weise, wie dies Wedl gethan) durch Anlegen eines Bandmaasses an die äussere Fläche des Unterkiefers gemessen wurde. Ausserdem hat Ruge junge und alte Kiefer übereinandergelegt und gefunden, dass „die Zahnalveolen beider

---

[1] G. M. Humphry, On the growth of the jaws. *Transactions of the Cambridge philosophical society.* Vol. XI. Part. 1. (V. Ch. Tomes, *A system of dental surgery.* London 1887. 3d ed. p. 18.)

[2] A. Kölliker, *Die normale Resorption des Knochengewebes.* Leipzig 1873. S. 72.

[3] G. Ruge, *Beiträge zum Wachsthum des menschlichen Unterkiefers.* Inaug.-Dissertation. Berlin 1875; — V. Wolff, Virchow's *Archiv.* Bd. CIV.

genau zusammenfallen." Häufig wurden auch die des jungen Kiefers geräumiger, als die des alten gefunden.

Eine sehr eingehende Bearbeitung erfuhr die Unterkieferwachsthumsfrage erst kürzlich durch Jul. Wolff.[1] Derselbe hat ausser seinen zahlreichen experimentellen Untersuchungen am Unterkiefer von Ziegen und Kaninchen auch eine Anzahl von Messungen ausgeführt, welche sich auf das Verhalten des Mittelstückes des menschlichen Unterkiefers beziehen. Auf Grund derselben bestreitet Wolff die Richtigkeit der eben erwähnten Ruge'schen Auffassung. Es seien auch hier nur jene Messungsergebnisse angeführt, welche auf die zu behandelnde Frage unmittelbar Bezug haben. Beim 6 jährigen Kinde betrug die Breite der Alveolen der Schneidezähne und des Eckzahnes $1 \cdot 5^{cm}$, beim Erwachsenen durchschnittlich $1 \cdot 71^{cm}$. Die Breite der Alveolen der ersten fünf Zähne betrug beim 6 jährigen Kinde $3 \cdot 35^{cm}$, beim Erwachsenen durchschnittlich $2 \cdot 97^{cm}$. (Aus diesen Ziffern ist zu entnehmen, dass während die bleibenden Schneide- und Eckzähne einen grösseren Raum im Bogen einnehmen, als ihre Vorgänger, der Raum, den die bleibenden Backzähne beanspruchen, um so viel kleiner als der der Milchzähne ist, dass im Laufe der Zahnwechselperiode nicht nur keine Zunahme, sondern sogar eine Verminderung (um $0 \cdot 38^{cm}$) der Länge des die zehn vorderen Zähne tragenden Kiefermittelstückes stattfindet.) Der geradlinige Abstand des äusseren Randes der Alveole des rechtsseitigen zweiten Backzahnes vom linksseitigen ist während dieser Zeit ziemlich constant geblieben ($4 \cdot 8^{cm}$ beim 6 jährigen Kinde, $4 \cdot 72^{cm}$ beim Erwachsenen). Für den Oberkiefer ergiebt die Wolff'sche Tabelle, dass die Breite des Raumes welchen die ersten fünf Alveolen einnehmen, beim Erwachsenen um ein Geringes grösser ist, als beim (2 jährigen) Kinde. Auch der geradlinige Abstand der zweiten Backzähne hat sich um $0 \cdot 55^{cm}$ vergrössert.

Ch. Tomes[2] neigt sich zur Anschauung Hunter's hin. Als Fixpunkte für seine Messungen nahm Tomes die Protuberantia mentalis, die Spina mentalis int. und das Foramen mentale an, von welch letzterem Punkte er im Gegensatz zu Wedl behauptet, dass seine Lage bei den verschiedenen Individuen nur wenig variirt. Tomes hat ferner den Abstand der Vereinigungsstelle des die Alveolen des ersten und zweiten Backzahnes trennenden Septums mit der inneren Alveolarplatte auf der rechten Seite von dem gleichen Punkte auf der linken Seite bestimmt, ausserdem die Verbindungslinie dieser beiden Punkte halbirt und von dem

[1] J. Wolff, Ueber das Wachsthum des Unterkiefers. Virchow's *Archiv*. Bd. CIV. S. 493.

[2] Ch. Tomes, *A manual of dental anatomy*. London 1889. p. 194; — Vergl. auch Ch. Tomes, *A system of dental surgery*. London 1887. p. 17.



Halbirungspunkte eine Linie nach vorne, zur Spina mentalis int. gezogen. Die hier angegebenen Linien (die transversale sowohl als die sagittale) wurden beim Erwachsenen ebenso lang gefunden, wie beim Kinde, woraus folgt, dass der Theil des Alveolarfortsatzes des völlig entwickelten Unterkiefers, welcher von den Schneidezähnen, den Eckzähnen und den kleinen Backzähnen eingenommen wird, nahezu dem ganzen Alveolarbogen eines kindlichen Unterkiefers mit vollständigem Milchzahnsatz entspricht. Das Mittelstück des Unterkiefers erleidet somit keine Veränderung was Länge und Bogenform betrifft, sondern nimmt lediglich in Folge von Knochenanlagerungen an der Aussenfläche an Dicke zu.

Wie aus dem Angeführten zu entnehmen ist, haben fast sämmtliche Forscher, die mit dem Verhalten des mittleren bogenförmigen Theiles des Kiefers sich beschäftigten, ihr Urtheil auf Grundlage von Messungen gebildet, welche an einer mehr oder minder grossen Zahl von macerirten Schädeln verschiedenen Alters vorgenommen wurden. Die widersprechenden Angaben sind erklärlich, wenn man in's Auge fasst, wie gering nur die Differenzen zwischen dem kindlichen und dem völlig ausgebildeten Kieferbogen sein können. Ergiebt ja doch, wie von einigen Autoren mit Recht hervorgehoben wird, ein minder stark entwickelter bleibender Zahnsatz eine kleinere Curve als ein stark entwickelter Milchzahnsatz. Hierzu tritt noch ein anderes Moment, auf das J. Wolff aufmerksam gemacht hat. „Bei Ausführung dieser Messungen,“ so schreibt derselbe in der Erläuterung seiner das Kieferwachsthum betreffenden Tabellen, „habe ich mich zunächst davon überzeugen müssen, dass es schon für einen und denselben Untersucher schwer ist, an den einzelnen Praeparaten genau analoge Punkte zu finden, und dass um so leichter verschiedene Untersucher Messpunkte wählen werden, die nicht analog sind.“ „Für unseren Zweck genügend verwerthete Ziffern würden wir erst dann erhalten, wenn ein und derselbe Untersucher, der mit grösstmöglichster Sorgfalt bemüht wäre, überall genau analoge Messpunkte zu treffen, an einer sehr viel grösseren Zahl von Praeparaten, als bis jetzt geschehen ist, Messungen vornähme, wenn er dazu nur Unterkiefer eines und desselben Geschlechtes wählte und dann aus allen seinen Messungen das Mittel zöge.“ Obgleich nicht bestritten werden soll, dass man auch durch die im Vorstehenden angedeuteten Untersuchungen und Messungen in den Stand gesetzt würde, die Frage nach dem Verhalten des Mittelstückes des Kiefers während der Zahnwechselzeit richtig zu beantworten, muss demgegenüber doch mit Th. Bell (a. a. O.) darauf hingewiesen werden, dass man auf immerhin einfacherem Wege das gleiche Ziel erreichen könne, indem man einen und denselben Kiefer in verschiedenen Altersstadien untersucht und den Kiefer eines Kindes vergleicht mit dem-

selben Kiefer nach Vollendung der zweiten Dentition. Das Verfahren, das man hierbei einzuschlagen habe, ward von Bell allerdings nicht angegeben und sein Vorschlag blieb auch bis jetzt, trotzdem mehr als ein halbes Jahrhundert seit Erscheinen seines Buches verflossen ist, fast gänzlich unbeachtet. Exacte Messungen, die zur Entscheidung der Frage unbedingt erforderlich sind, können innerhalb der Mundhöhle nur unter grossen Schwierigkeiten vorgenommen werden und wenn wir uns auf diese beschränken müssten, wäre der Plan Bell's wohl praktisch undurchführbar. Wir verfügen jedoch gegenwärtig über die Mittel vollkommen der Natur entsprechende, alle Details genau wiedergebende Gypsabgüsse von dem Alveolartheile der Kiefer herzustellen, welche zur Vornahme der nöthigen Messungen sehr gut sich eignen; wir sind daher im Stande, uns in denselben ein bleibendes Bild der zur Zeit der Abgussnahme gerade vorhandenen, sonst nur umständlich durch Worte und Zahlen zu schildernden Lagerungsverhältnisse sämmtlicher Zähne eines Kiefers zu einander zu schaffen. Nimmt man von einem und demselben Individuum während der Wachsthumsperiode in gewissen zweckmässig gewählten Zeitintervallen Gypsabgüsse dieser Art, so besitzt man eine Serie von „Modellen", an welcher die allmähliche Ausbildung des Alveolartheiles der Kiefer von Stufe zu Stufe verfolgt werden kann. Insbesondere vermag man jede etwa vorkommende Verschiebung der Zähne in horizontaler Richtung durch Messung ihrer gegenseitigen Abstände mit grosser Genauigkeit (bis etwa auf $0 \cdot 1^{mm}$ genau) zu bestimmen und aus der vorhandenen oder fehlenden Locomotion der Zähne Aufschluss über das hier zunächst in Frage kommende Längenwachsthum des vorderen Abschnittes der Kiefer zu erhalten.

Sechs solche Gypsabguss-Serien, welche die Veränderungen an dem Alveolartheile des Ober- und Unterkiefers von drei Individuen während der Zahnwechselperiode veranschaulichen, habe ich diesbezüglich untersucht und vermessen. Die Kiefer dieser Individuen sind normal gebaut, die Form der Zähne normal, ihre Grösse jener der Kiefer, in denen sie eingepflanzt sind, entsprechend, der Zahnbogen, den sie bilden, regelmässig und bis auf geringe Abweichungen symmetrisch. Die Messungsresultate stimmen im Allgemeinen bei sämmtlichen Individuen überein und werden auch in mehrfacher Hinsicht durch Beobachtungen an einigen anderen minder vollständigen, d. h. nur auf kürzere Abschnitte der Zahnwechselperiode sich erstreckenden, jedoch gleichfalls normale Kiefer betreffenden Gypsabguss-Serien bestätigt.

Bevor ich versuche, an der Hand dieser Gypsabguss-Serien die Frage nach den gegenseitigen Beziehungen des Bogens der Milchzähne und jenes der bleibenden zu erörtern, mögen hier einige Bemerkungen über das, was im Nachfolgenden mit dem Ausdrucke Zahnbogen bezeichnet werden wird,

Platz finden. Die Autoren sprechen von einer Kreisform, elliptischen, parabolischen Gestalt des Zahnbogens, von einer Veränderung, Erweiterung desselben beim Zahnwechsel u. s. w. Gerade bezüglich des Studiums dieser Veränderungen aber erscheint es der einfachen und übersichtlichen Darstellung halber wünschenswerth, wenn wir, wie dies u. a. auch Wedl thut, für den Zahnbogen eine einfache Curve, sei sie nun stetig gekrümmt oder gebrochen, substituiren würden, welche die charakteristischen Eigenthümlichkeiten der Zahnreihe eines Kiefers, soweit es überhaupt möglich ist, getreu wiederzugeben hätte. Um dies zu bewerkstelligen, müsste für jeden Zahn ein Punkt gesucht werden, welcher die Stelle desselben in dem zu construirenden Bogen bezeichnen würde. Die relative Lage dieser Punkte, die vor Allem für sämmtliche Zähne analog gewählt werden und in einer und derselben Horizontalebene liegen müssten, wäre durch Messungen genau zu ermitteln, auf Papier zu fixiren und würde sodann die Basis für die Construction des gesuchten Zahnbogens bilden. Ferner ist nicht ausser Acht zu lassen, dass während des Wachsthums auch die Neigung der Längsaxe der Zähne sich verändern könnte; es tritt somit zu den beiden bereits erwähnten noch die dritte Bedingung hinzu, dass die in Rede stehenden Punkte möglichst nahe dem Zahnhalse gewählt werden müssen. Selbstverständlich ist es auch nothwendig, dass ihre Lage die leichte Ausführung der angedeuteten Messungen gestattet.

Allen diesen Anforderungen würde — so möchte man bei oberflächlicher Betrachtung meinen — Genüge geleistet werden, wenn man, da es sich hier um die Vermessung von Gypsabgüssen handelt, für jeden der zehn Milchzähne eines Kiefers z. B. die am Zahnfleischrande prominirendsten Stellen der facialen Kronenflächen als für die Construction des Zahnbogens massgebend annehmen würde. Wenn man die Stellung dieser charakteristischen, d. h. an jedem Gypsabguss der Serie leicht wieder auffindbaren zehn Punkte zu einander beim ersten Gypsabguss genau vermisst und mit der Stellung eben derselben Punkte bei einem aus späterer Zeit stammenden vergleicht, so erhält man durch diese Operation ein vollkommen genügendes Bild der etwa in der Zwischenzeit durch das Wachsthum des Kiefers in horizontaler Richtung bewirkten Veränderung in der Position der Zähne zu einander. Das gleiche Bild würde man bekommen, wenn man die prominirendsten Punkte der lingualen Zahnkronenflächen am Zahnfleischrande in's Auge fassen und ihre Lageveränderung studiren würde. Wenn der gegenseitige Abstand zweier Zähne mit zunehmendem Alter sich vergrössert, wird die Distanz sowohl der facialwärts, als der lingualwärts prominirendsten Punkte um den gleichen Betrag vergrössert. So lange wir bei der Betrachtung der Gypsabguss-Serie einen einzigen

Zahnsatz zu untersuchen haben, würde es keinen Unterschied ergeben, ob wir das Verhalten der einen oder der anderen (der facialen oder lingualen) Punktreihe einer Analyse unterziehen würden. Anders ist dies aber, wenn wir die Stellung der Milchzähne mit jener der sie ersetzenden Zähne zu vergleichen und die durch den Zahnwechsel bedingte Veränderung im Zahnbogen zu versinnlichen haben. Werden die prominirendsten Punkte der facialen Kronenflächen als Basis für den Zahnbogen sowohl des kindlichen, als des völlig ausgebildeten Kiefers angenommen und die Abstände je zweier analoger Punkte in beiden Bogen mit einander verglichen, so ergiebt sich eine viel grössere Differenz zu Gunsten des entwickelten Kiefers, als wenn dasselbe Verfahren bei den lingualwärts prominirendsten Punkten bei beiden Bogen durchgeführt würde, da die bleibenden Zähne im Allgemeinen (die Backzähne ausgenommen) einen Querschnitt von grösserem Durchmesser besitzen, als ihre Vorgänger; es könnte sogar vorkommen, dass die Differenz in letzterem Falle (bei Beobachtung des Verhaltens der lingualen Punkte) negativ würde, d. h. eine Verengerung des Zahnbogens statt einer Erweiterung resultiren würde. Es ist mithin einleuchtend, dass zum Zwecke des Vergleiches zwischen dem Bogen der Milchzähne und dem der bleibenden Zähne keine der beiden angeführten, der Peripherie der Zahnquerschnitte entnommenen Punktreihen sich eignet. Um wirklich vergleichbare Messungen der beiden Zahnreihen zu erzielen, muss man für jeden Zahn einen im Horizontalquerschnitte desselben möglichst central gelegenen Punkt bestimmen und die so bei dem kindlichen Kiefer gewonnene Punktreihe mit der beim Erwachsenen sich ergebenden in Beziehung setzen. Diese centralen Punkte empfehlen sich auch deshalb, weil sie von einer Rotation der Zähne um ihre Längsaxe ziemlich unabhängig sind, was von den peripheren Punkten nicht gilt. Ferner unterliegt auch ihre Vermessung keinerlei Schwierigkeiten. Die Betrachtung der Gypsabgüsse ergiebt nämlich, dass bei jedem der zehn vorderen Zähne die oben erwähnten prominirendsten Stellen auf der facialen und auf der lingualen Kronenfläche annähernd in eine Horizontalebene zu liegen kommen. Man braucht mithin nur je zwei einem Zahn angehörige Punkte durch eine Gerade sich verbunden zu denken und letztere zu halbiren. Hierdurch erhält man einen Punkt, der für fast alle Zahnsorten der am meisten central gelegene Punkt des Zahnquerschnittes im Zahnfleischniveau sein wird. Meiner Ansicht nach ist es am zweckmässigsten, diese Querschnittsmittelpunkte als den Zahnbogen charakterisirend zu betrachten und den Zahnbogen als die gebrochene Linie zu definiren, welche dieselben verbindet.

Bei der praktischen Ausführung der Vermessung der Gypsabgüsse wird man finden, dass die facialwärts und lingualwärts prominirendsten

Stellen der Zahnkronen, wie bereits erwähnt, ziemlich charakteristisch sind und nicht leicht ein Zweifel über ihre Lage vorhanden sein wird. Ausnahmslos gilt dies für die uns hier interessirenden zehn vorderen Zähne des permanenten Zahnsatzes, sowie für sämmtliche Milchschneide- und die Milcheckzähne. Nicht ganz so leicht sind wegen der unregelmässigeren Gestalt des Querschnittes die Punkte für die Milchbackzähne zu wählen. Man muss bei ihrer Annahme darauf achten, dass die Verbindungslinie je zweier zusammengehöriger Punkte ungefähr durch den Mittelpunkt des Querschnittes des betreffenden Zahnes gehe. Doch dürften sich hiebei kaum Schwierigkeiten ergeben. An dem zu vermessenden Gypsabguss markirt man sämmtliche 20 in Betracht kommenden Punkte am besten durch das Einbohren einer feinen Nadelspitze, ebenso auch drei Basispunkte, von denen aus vermessen wird. Der eine der letzteren wird passender Weise in der Nähe der centralen Schneidezähne, etwa in der Medianlinie, gewählt, die beiden anderen sollen in der Gegend der Mahlzähne, jederseits einer, soweit dies angeht, von dem ersten entfernt angenommen werden. Um die unvermeidlichen Fehler zu verringern, sollen nämlich die zu messenden Distanzen möglichst gross sein. Die Stellung dieser drei Basispunkte, welche thunlichst in derselben Ebene wie die übrigen Punkte liegen sollen, sonst aber ziemlich willkürlich gewählt werden können, wird zunächst auf Papier fixirt und die Entfernung eines jeden der zu vermessenden Punkte von den entfernteren zwei Basispunkten bestimmt. Der dritte Basispunkt kann als Ausgangspunkt für eine Controlmessung genommen werden.

Nach der im Vorstehenden angegebenen Methode wurden bei jeder der sechs Gypsabguss-Serien, welche wie erwähnt, die Entwickelung des Alveolartheiles des Ober- und Unterkiefers von drei Individuen während der Zahnwechselperiode veranschaulichen, der Bogen des Milchzahnsatzes und der des bleibenden Zahnsatzes bestimmt. Die hiebei in Bezug auf Form- und Grössenverhältnisse sich ergebenden Veränderungen waren, wie aus den abgebildeten Zahnbogen-Diagrammen (Taf. XXI) entnommen werden kann, im Allgemeinen einerseits bei den Oberkiefern, andererseits bei den Unterkiefern die gleichen. In den Diagrammen ist die Medianlinie, sowie der Punkt, wo die Medianlinie den Bogen schneidet, somit die Mitte des Abstandes zwischen den zwei mittleren Schneidezähnen beider Bogen zur Deckung gebracht.[1] Damit soll natürlich nicht gesagt sein, dass diese Stelle des Kiefers durch das Wachsthum keinerlei Verschiebung erleide, sondern nur ein Mittel geboten werden, das Verhalten des er-

---

[1] Wo im Milchzahnbogen die centralen Schneidezähne fehlten, wurden bei der Construction der Diagramme die Halbirungspunkte der Verbindungslinien der lateralen Schneidezähne in gleicher Weise zur Deckung gebracht.

wachsenen zum kindlichen Zahnbogen mit Leichtigkeit zu überschauen. Diese Darstellung giebt meines Erachtens ein übersichtlicheres Bild der Veränderungen als jene, bei welcher nur die Medianlinie zur Deckung gebracht und die Curven arbiträr ineinander geschoben gezeichnet werden (V. Wedl a. a. O.).

Wenn man zunächst die Formverhältnisse im Allgemeinen ins Auge fasst, so erkennt man aus den Diagrammen sofort, dass der schon ursprünglich parabolische Charakter der Curve im Ober- wie im Unterkiefer durch den Zahnwechsel keine wesentliche Aenderung erfahren hat, obgleich die Stellen fast sämmtlicher Zähne in den permanenten Bogen sich um ein Geringes von der Mittellinie entfernt haben. Betrachtet man diese Lageveränderung der einzelnen Zähne näher, so findet man im Oberkiefer, dass, während die centralen und lateralen Schneidezähne nach aussen verschoben sind, die Stellen der Eckzähne in gleicher Weise nach aussen, aber ausserdem auch noch etwas nach hinten gerückt erscheinen. Die Backzähne haben dieselbe Bewegung wie die Eckzähne gemacht. Das Maass der Bewegung der Zähne nach hinten hängt mit dem verschiedenen Verhältniss der Grösse der einzelnen Milchzahnsorten zu jener der bleibenden Zahnsorten zusammen. Die permanenten Schneide- und Eckzähne beanspruchen im Zahnbogen mehr Raum, als die entsprechenden Milchzähne, bei den permanenten Backzähnen und den Milchbackzähnen findet das umgekehrte Verhältniss statt.[1] Im Unterkiefer sind die Bewegungen der Stellen beinahe sämmtlicher Zähne geringer, was darauf zurückgeführt werden muss, dass der Grössenunterschied zwischen den vordersten permanenten Zähnen und ihren Vorgängern kein so bedeutender ist, als im Oberkiefer. Die centralen und lateralen Schneidezähne haben nahezu ihren Stand beibehalten, die Eckzähne haben sich etwas von der Mittellinie entfernt, die Backzähne stehen im permanenten Bogen ebenfalls weiter von der Mittellinie ab, als im Milchzahnbogen. Der erste Backzahn ist im permanenten Bogen um eine kleine, der zweite Backzahn (meist) um eine grössere Strecke nach vorne gerückt, was sich aus der beträchtlich geringeren Grösse der permanenten gegenüber den Milchbackzähnen erklären lässt.

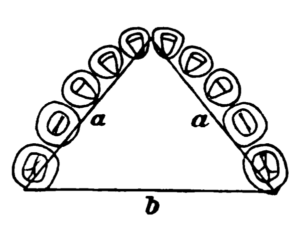
Die angegebene Verschiebung der einzelnen Zähne bedingt eine Erweiterung des Zahnbogens, welche im Oberkiefer bedeutender ist, als im Unterkiefer. Was die zweite Dimension, die Pfeilhöhe, des Bogens betrifft, müssten eigentlich als Schlusspunkte für den die zehn vorderen Zähne um-

[1] In Taf. XXI, Fig. 1 ist die durch das Zurückbleiben des Milcheckzahnes bedingte Verkürzung der linken Seite des permanenten Zahnbogens deutlich sichtbar. (Vergl. auch die Asymmetrie des zugehörigen Unterkiefers Taf. XXI, Fig. 4.) Die hier angewendete Methode dürfte sich überhaupt in Fällen empfehlen, wo Stellungs-Irregularitäten der Zähne zur Darstellung gebracht werden sollen.



fassenden Bogen in consequenter Durchführung des oben auseinander gesetzten Principes die Querschnittsmittelpunkte der zweiten Backzähne angenommen werden. Ein Blick auf die Diagramme lehrt, dass die Pfeilhöhe unter dieser Annahme beim Oberkiefer sich etwas vergrössert, beim Unterkiefer sich dagegen um ungefähr dasselbe verkleinert hat.

Um an der Hand der Gypsabguss-Serien die Angaben der Autoren über das Verhalten des Kiefermittelstückes während der zweiten Dentition prüfen zu können, mussten, da sich dieselben auf die hintere Fläche des zweiten Backzahnes beziehen, die Distanz des prominirendsten Punktes dieser Fläche von dem Punkte, wo die Medianlinie den Bogen schneidet (Distanz *a*, s. nebenstehende Figur), sowie der gegenseitige Abstand der prominirendsten Punkte der hinteren Flächen der beiden Backzähne (Distanz *b*, s. nebenstehende Figur) vermessen werden.



Die Ergebnisse der Messung finden sich in folgender Tabelle vereinigt.

Oberkiefer.[1]

	Strecke *a*							Strecke *b*			
	rechts bei Individuum			links bei Individuum			Mittel	bei Individuum			Mittel
	I	II	III	I	II	III		I	II	III	
Milchzahnsatz	31·7	32·4	33·1	32·4	31·9	32·5	**32·3**	41·6	42·4	42·6	**42·2**
Bleib. Zahns.	32·4	33·2	33·4	31·6[2]	32·3	33·6	**33·0**	45·0	44·7	46·2	**45·3**
Differenz	0·7	0·8	0·3	-0·8[2]	0·4	1·1	**0·7**	3·4	2·3	3·6	**3·1**

Unterkiefer.

	Strecke *a*							Strecke *b*			
	rechts bei Individuum			links bei Individuum			Mittel	bei Individuum			Mittel
	I	II	III	I	II	III		I	II	III	
Milchzahnsatz	29·1	30·7	30·7	29·8	31·7	30·0	**30·3**	38·5	42·5	41·0	**40·7**
Bleib. Zahns.	27·2	30·0	28·8	27·7	30·1	29·0	28·8	40·1	43·2	42·5	**41·9**
Differenz	—1·9	—0·7	—1·9	—2·1	—1·6	—1·0	**—1·5**	1·6	0·7	1·5	**1·2**

[1] Die Maassangaben dieser, sowie der folgenden Tabellen beziehen sich auf den Millimeter.

[2] Milcheckzahn nicht gewechselt. Diese Zahl daher bei Berechnung des Mittels unberücksichtigt.

Wie ersichtlich, findet im Oberkiefer eine geringfügige Vergrösserung der Distanz zwischen dem centralen Schneidezahn und dem zweiten Backzahn statt, während der gegenseitige Abstand der zweiten Backzähne sich um ca. 3 mm vermehrt. Im Unterkiefer ergiebt sich eine Verminderung der Strecke zwischen dem centralen Schneidezahn und dem zweiten Backzahn um ca. 1·5 mm. Der gegenseitige Abstand der zweiten Backenzähne nimmt hier um etwa den gleichen Betrag zu. Aus der Verlängerung der oberen und gleichzeitigen Verkürzung der unteren Zahnreihe folgt unmittelbar, dass auch der Abschluss beider nach hinten zu im Laufe der zweiten Dentition sich verändern muss. Während im Milchzahngebiss bei geschlossenem Munde der obere zweite Backzahn gerade über den unteren zweiten Backzahn zu stehen kommt, so dass die hintere Fläche des letzteren gleichsam die Fortsetzung der hinteren Fläche des ersteren nach unten zu darstellt, sehen wir im permanenten Gebiss den oberen zweiten Backzahn weiter nach hinten zu vorragen als den unteren. Derselbe berührt beim Schlusse den unteren zweiten Backzahn nur mit dem vorderen Antheile seiner Kaufläche, während der hintere Antheil derselben auf den dritten Backzahn trifft. Diese Veränderung des Abschlusses der beiden Zahnreihen (der Milchzahnreihe und des entsprechenden Segmentes der permanenten) nach hinten, welche man an den Gypsabgüssen wohl beobachten kann, ist typisch für die normale zweite Dentition und umgekehrt hätte aus dieser Thatsache allein schon, selbst bei Beobachtung verschiedener Individuen auf das wahre Verhältniss des Zahnbogens des Oberkiefers zu jenem des Unterkiefers beim Zahnwechsel geschlossen werden können.

Der Uebersicht halber seien hiermit die Maassangaben der Autoren über die Veränderung des vorderen Kieferabschnittes während der zweiten Dentition in tabellarischer Anordnung verzeichnet.

Oberkiefer.

	Wedl[1]		Wolff
	Abstand des Mittelpunktes des Raumes zwischen den Schneiden der beiden mittl. Schneidezähne von dem mittl. Kreuzungspunkt der hinteren Kronen- u. Kaufläche der zweiten Backzähne	Gegenseitiger Abstand der beiden zweiten Backzähne	Geradliniger Abstand der beiden zweiten Backzähne
Milchzahnsatz	29·8	45·0	46·5[2]
Bleib. Zahnsatz	32·8	53·0	52·0
Differenz	**3·0**	**8·0**	**5·5**

[1] Die Zahlen sind durch Messung der in Wedl's „*Pathologie der Zähne*“ abgebildeten Schemata gewonnen. Dieselben wurden einem starken Milchzahnsatz und einem kräftigen Gebiss eines 22 jährigen Mannes entlehnt.

[2] 2 jähriges Kind.

Unterkiefer.

	Welcker			Kölliker	Wedl[1]		Wolff
	Abstand der Mitte zw. d. beid. mittl. Schneidez. von d. Mitte d. ob. Fläche des dritten Backzahnes		Gegens. Abst. d. Mitten d. oberen Fläche d. dritten Backzähne	Gegenseitiger Abstand der dritten Backzähne	Abstand des Mittelpunktes des Raumes zw. d. Schneiden d. beid. mittl. Schneidezähne von d. mittl. Kreuzungspunkte d. hint. Kronen- u. Kaufläche des zweiten Backzahnes	Gegenseitiger Abstand der zweiten Backzähne	Gegens. Abstand d. 2. Backzahn-Alveolen (gemess. v. äuss. Ende der Scheidewand zw. 5. u. 6. Alv.)
	rechts	links					
Milchzahns.	33·9	34·4	39·5	41·0	27·0	41·0	47·5[2]
Bleib. Zahns.	33·2	33·6	46·0	43·2	28·5	45·0	47·2[3]
Differenz	—0·7	—0·8	6·5	2·2	1·5	4·0	—0·3

Es mögen nun noch die Wachsthumserscheinungen ausführlich besprochen werden, welche an den von Individuum I der ersten Tabelle stammenden Gypsabguss-Serien beobachtet werden können. Diese Serien, die vollständigsten, die mir zur Verfügung stehen, umfassen die Periode vom 6. bis zum 17. Lebensjahre und werden durch sie im Oberkiefer 13, im Unterkiefer 11 verschiedene Altersstadien zur Darstellung gebracht.

Oberkiefer. Der erste Gypsabguss wurde im Alter von 6 Jahren 2 Monaten angefertigt (s. Taf. XXII, Fig. 1), 7 Monate später der zweite, im Alter von 7 Jahren der dritte. Während dieses Zeitraumes ist in keiner Richtung eine Veränderung bemerkbar. Die Milchzähne stehen in tatellosem Bogen, die Zwischenräume zwischen den einzelnen Zähnen, sowie die Abstände der Zähne der rechten Seite von den gleichnamigen der linken Seite sind bei allen drei Gypsabgüssen nahezu die gleichen geblieben.

8 Jahre. Der dritte Backzahn ist beiderseits durchgebrochen. Im Bereiche des vorderen Kieferabschnittes haben bemerkenswerthe Veränderungen stattgefunden. Am auffälligsten erscheint, dass die beiden centralen Milchschneidezähne, welche auf den früheren Gypsabgüssen dicht aneinander gedrängt waren, sich voneinander entfernt haben, so dass ein über 1 mm messender Zwischenraum zwischen ihnen entstanden ist. Da der Zwischenraum zwischen dem centralen und dem lateralen Schneidezahn jederseits gleich gross geblieben, die Zwischenräume zwischen den lateralen und den Eckzähnen sogar um ein kleines sich erweitert haben und auch der gegenseitige Abstand der beiden Eckzähne und der Backzähne grösser geworden ist, folgt, dass eine geringe Locomotion sämmtlicher zehn Milchzähne stattgefunden hat. Der früher vorhandene unbedeutende Zwischenraum zwischen erstem und zweitem Backzahn ist verschwunden, vielleicht in Folge einer durch den Durchbruch des dritten Backzahnes veranlassten Vorwärtsbewegung des zweiten Milchbackzahnes.

[1] Siehe S. 382, Anm. 1.

[2] Mittelwerth aus Messungen an einem 2jährigen und einem 6jährigen Kiefer.

[3] Mittelwerth aus Messungen an vier ausgebildeten Kiefern.

8 Jahre 4 Monate. Beide centralen Milchschneidezähne sind ausgefallen, an ihrer Stelle sieht man die breiten, dreizackigen Schneiden der Ersatzzähne eben über das Niveau des Zahnfleisches hervorragen. Der gegenseitige Abstand der beiden lateralen Schneidezähne ist noch mehr vergrössert, ebenso der der Eckzähne. Der Zwischenraum zwischen lateralem Schneidezahn und Eckzahn jederseits verringert, die Zwischenräume und gegenseitigen Abstände der übrigen Zähne unverändert. Die lateralen Schneidezähne sind in gerader Linie um 3 mm weiter entfernt, als im Alter von 7 Jahren.

8 Jahre 5 Monate. Die bleibenden centralen Schneidezähne ragen um ein gutes Stück weiter über das Zahnfleischniveau hervor und beanspruchen, nachdem die gegen den Hals zu gelegenen Theile der Krone breiter sind als die Schneiden, mehr Raum. Dieser wird durch eine noch grössere Entfernung der seitlichen Schneidezähne von der Mittellinie aufgebracht. Der Zwischenraum zwischen dem lateralen Schneidezahn und Eckzahn ist jederseits etwas kleiner als beim vorigen Gypsabguss. Die übrigen Zwischenräume weisen nur minimale oder gar keine Veränderungen auf.

9 Jahre. Die centralen Schneidezähne, welche ausser den dritten Backzähnen noch immer die einzigen sichtbaren permanenten Zähne im Oberkiefer sind, haben mit ihren Schneiden das Niveau der Schneiden- der lateralen Milchschneidezähne erreicht. Die letzteren stehen noch weiter von einander entfernt. Ihr gegenseitiger Abstand hat sich seit dem siebenten Jahre im Ganzen um 5 mm vergrössert. Der Zwischenraum zwischen dem lateralen Schneidezahn und dem Eckzahn ist beiderseits noch kleiner geworden, der zwischen Eck- und erstem Backzahn gänzlich verschwunden. Der gegenseitige Abstand zwischen Eck-, sowie zwischen den beiden ersten Backzähnen wiederum etwas erweitert. Auch der Abstand der Backzähne von der Stelle, wo die Medianlinie den Zahnbogen schneidet, hat sich um je ca. 1 mm vergrössert.

9 Jahre 11 Monate. Der rechtsseitige laterale Milchschneidezahn ist ausgefallen, der Ersatzzahn zeigt sich an seiner Stelle. Der linke laterale Milchchneidezahn schief nach aussen gewendet, dem Ausfallen nahe. Der gegenseitige Abstand der Eckzähne wiederum vergrössert. Die Zunahme desselben seit dem siebenten Jahre beträgt 3 mm. Auch die Distanz zwischen dem permanenten centralen Schneidezahn und dem Milcheckzahn hat zugenommen; hierdurch wird Raum für den permanenten lateralen Schneidezahn geschaffen. Der geradlinige Abstand zwischen den rechtsseitigen und den linksseitigen Backzähnen ist etwas vergrössert.

10 Jahre. Der linke laterale Milchschneidezahn ausgefallen; an seiner Stelle der permanente Ersatzzahn, mit seiner Schneide das Zahnfleisch um etwa 3 mm überragend. Distanzen fast unverändert.

11 Jahre. Beide lateralen Schneidezähne weiter hervorgewachsen, ihre Schneiden annähernd im Niveau der Schneiden der permanenten centralen Schneidezähne. Die geradlinigen Distanzen der linksseitigen von den rechtsseitigen Backzähnen etwas vergrössert.

12 Jahre. Die geradlinigen Abstände der linksseitigen von den rechtsseitigen Backzähnen noch mehr vergrössert.

12 Jahre 11 Monate. Der erste Milchbackzahn auf beiden Seiten ausgefallen, an seiner Stelle der Ersatzzahn im Durchbruch begriffen. Die Zwischenräume zwischen den Schneidezähnen sind gleich geblieben, zwischen den lateralen Schneide- und den Eckzähnen kleiner geworden. Die Eckzähne haben sich nach

vorn geschoben, sich gleichzeitig der Mittellinie etwas nähernd, womit das Hervorwachsen der ersten permanenten Backzähne vorbereitet wird.

13 Jahre. Die ersten Backzähne etwas weiter hervorgewachsen; der gegenseitige Abstand der Eckzähne noch etwas kleiner; sonst nichts geändert.

17 Jahre. (s. Taf. XXII, Fig. 2.) Sämmtliche Milchzähne mit Ausnahme des linksseitigen Eckzahnes durch die entsprechenden permanenten ersetzt. Der vierte Backzahn beiderseits durchgebrochen. Das Stehenbleiben des Milcheckzahnes hat, wie zu erwarten war, zur Folge, dass auf der linken Seite die Backzähne von dem centralen Schneidezahn weniger weit entfernt sind, als auf der rechten Seite. Die Differenz beträgt je ca 1 mm, etwa soviel als der Grössenunterschied zwischen dem Querschnittdurchmesser des Milch- und des bleibenden Eckzahnes beträgt. Der Bogen, den die Zähne bilden, von der erwähnten Anomalie abgesehen, regelmässig gestaltet. Der gegenseitige Abstand der beiden dritten Backzähne ist jetzt um ca. 2 mm grösser als beim Erscheinen dieser Zähne im achten Jahre. Der geradlinige Abstand der beiden zweiten Backzähne ist um ca. 3 mm, der der ersten Backzähne um ca. 1 mm grösser als jener zwischen ihren temporären Vorgängern vor Beginn des Zahnwechsels. Ebenso ist die Distanz zwischen dem ausnahmsweise zurückgebliebenen temporären linksseitigen und dem permanenten rechtsseitigen Eckzahne um ca. 1 mm grösser, als die zwischen den Milcheckzähnen im sechsten Jahre.

Zur Uebersicht über die successiven Veränderungen in den gegenseitigen Abständen der beiden ersten, der zweiten und der dritten Backzähne während der Zahnwechselperiode, welche Distanzen mit grosser Praecision bestimmt werden können, diene nachstehende Tabelle. Als Ausgangspunkte für die Messung wurden die prominirendsten Punkte der lingualen Kronenflächen gewählt.

Oberkiefer.

Geradlinige Abstände der beiden:

Alter	Eckzähne	ersten Backzähne	zweiten Backzähne	dritten Backzähne
6 Jahre 2 Monate	23·8	27·2	30·6	—
6 Jahre 9 Monate	23·8	27·2	30·6	—
7 Jahre	23·8	27·5	31·0	—
8 Jahre (Durchbr. d. 3. Backzähne).	24·8	28·2	31·8	34·5
8 J. 4 M. (Wechsel d. centr. Schneidez.)	25·0	28·2	31·8	34·5
8 Jahre 5 Monate	25·0	28·2	31·8	34·5
9 Jahre	26·2	29·0	32·2	? [1]
9 J. 11 M. (Wechsel d. r. lat. Schneidez.)	26·8	29·2	32·5	? [1]
10 J. (Wechsel d. link. lat. Schneidez.)	26·8	29·2	32·8	? [1]
11 Jahre	26·8	29·9	33·0	34·9
12 Jahre	26·8	31·0	33·4	35·2
12 J. 11 M. (Wechsel der 1. Backz.).	26·0	—	33·8	35·2 (?)
13 Jahre	25·8	—	33·8	35·2 (?)
17 Jahre [2].	25·0	28·3	33·3	36·8

[1] Messung wegen Undeutlichkeit des Gypsabgusses nicht genau durchführbar.

[2] Die Messungen beziehen sich auf den permanenten Zahnsatz.

Die Entfernungen der einzelnen Zähne von den Punkten, wo die Mittellinie den Bogen schneidet, können nicht mit der gleichen Genauigkeit festgestellt werden, ich verzichte daher auf specielle Maassangaben in dieser Richtung.

Man kann die an dieser Gypsabguss-Serie gemachten Beobachtungen folgendermaassen zusammenfassen: Sobald die Zeit des Durchbruches der dritten Backzähne herannaht, beginnen sich die Milchbackzähne von der Mittellinie zu entfernen. Etwas später lässt sich die gleiche Bewegung auch bei den sechs vorderen Zähnen nachweisen. Während Schneide- und Eckzähne früher ziemlich gedrängt gestanden, bemerkt man jetzt zwischen je zwei Zähnen einen mehr oder minder breiten Zwischenraum. Unmittelbar vor dem Ausfallen der centralen Milchschneidezähne und während des Durchbruches ihrer Ersatzzähne wird die Locomotion nach aussen bei den lateralen Schneidezähnen besonders ausgiebig. Dem Wechsel der lateralen Schneidezähne wiederum geht eine ziemlich beträchtliche Verschiebung der Eckzähne vorher, welche sich von den centralen Schneidezähnen entfernen. Nachdem der Breitenunterschied zwischen den Milch- und den bleibenden Schneidezahnkronen ein bedeutender ist, könnten die letzteren, da ja die Milcheckzähne noch im Kiefer verbleiben, gar nicht neben einander durchbrechen, wenn nicht durch die Verschiebung der Milcheckzähne Raum geschafft würde, welchen Umstand bereits Wedl (a. a. O. S. 57) gebührend hervorhob. Später, kurz vor dem Wechsel der ersten Backzähne machen die Eckzähne eine ihrer früheren entgegengesetzte Bewegung; sie nähern sich, allerdings nur um ein Geringes, den lateralen Schneidezähnen und der Mittellinie, um für ihre permanenten rückwärtigen Nachbaren Platz zu machen. Es lässt sich nicht verkennen, dass eine gewisse Beziehung zwischen dem Umtausche der Milchzähne und der Verschiebung der ihnen benachbarten, erst später zu wechselnden Zähne besteht, und zwar scheint hier im Allgemeinen die Regel zu gelten, dass, wenn ein Zahn dem Ausfallen nahe ist, sein Nachbar, der erst später zum Wechsel kommt, sich von ihm entfernt. Durch diesen Vorgang wird der permanenten Zahnkrone Raum zum Durchbruche verschafft.

Da die Entfernungen der Milchbackzähne von den centralen Schneidezähnen während der ersten Hälfte der Zahnwechselperiode sich vergrössern, verlängert sich der vordere Abschnitt des Kieferbogens. Das Maximum seiner Länge bezw. Ausdehnung in sagittaler Richtung hat derselbe dann erreicht, wenn alle permanenten Schneidezähne ihre definitive Position bereits eingenommen, die Back- sowie die Eckzähne jedoch noch nicht gewechselt haben. Erst beim Umtausch der Backzähne tritt in Folge der geringeren Breite der Ersatzzähne sowie auch in Folge des Durchbruches der vierten Backzähne, welche die Zahnreihe um ein Kleines zusammenschieben, wiederum eine Verkürzung

des von den Schneide-, Eck- und Backzähnen gebildeten Bogens in sagittaler Richtung ein. Das Endresultat ist, wie schon oben dargelegt, dass die permanenten Zähne des vorderen Kieferabschnittes einen, wenn auch kaum längeren, so doch merklich weiteren Bogen bilden, als die Milchzähne.

Unterkiefer. Am Unterkiefer können wir ähnliche Wachsthumsvorgänge beobachten wie am Oberkiefer.

Im Alter von 6 Jahren 2 Monaten wurde der erste Gypsabguss genommen (s. Taf. XXII, Fig. 3).

6 Jahre 9 Monate. Der permanente rechtsseitige centrale Schneidezahn ist hinter dem noch vorhandenen entsprechenden Milchzahn durchgebrochen. Die seitlichen Schneide- und die Eckzähne haben sich etwas von der Mittellinie entfernt. Der Zwischenraum zwischen dem mittleren und seitlichen Schneidezahn ist jederseits grösser, der zwischen letzterem und dem Eckzahn kleiner geworden.

7 Jahre. Der rechtsseitige centrale Milchschneidezahn ist ausgefallen; die Schneide seines Ersatzzahnes hat bereits das Niveau der Schneiden der Nachbarzähne erreicht. Der bleibende linke centrale Schneidezahn hinter dem entsprechenden Milchzahn durchgebrochen. Der Zwischenraum zwischen lateralem Schneide- und Eckzahn ist noch kleiner geworden.

8 Jahre. Die beiden centralen Schneidezähne haben ihre definitive Stellung eingenommen; sie stehen dichtgedrängt, um Platz für das Hervorrücken der permanenten lateralen Schneidezähne zu schaffen. Die Distanz zwischen dem permanenten centralen Schneidezahn und dem Milcheckzahn rechterseits auffällig erweitert. Während der ihr entsprechende Raum vor einem Jahre durch den lateralen Milchschneidezahn fast ausgefüllt wurde, ist gegenwärtig ein über 0·5 mm haltender Zwischenraum zwischen ihm und dem centralen Schneidezahn vorhanden. Im hinteren Kieferabschnitte ist der dritte Backzahn zum Durchbruch gelangt. Der gegenseitige Abstand der Eck-, sowie der ersten und zweiten Backzähne ist etwas grösser geworden.

8 Jahre 4 Monate. Die permanenten lateralen Schneidezähne sind nach dem Ausfallen ihrer Vorgänger im Durchbruch begriffen, die Milcheckzähne haben sich noch weiter von den centralen Schneidezähnen entfernt und der Zwischenraum zwischen ihnen und den ersten Backzähnen ist kleiner geworden.

8 Jahre 5 Monate. Die permanenten lateralen Schneidezähne sind weiter hervorgewachsen, sonst keinerlei Veränderung.

9 Jahre. Die lateralen Schneidezähne ganz hervorgewachsen.

9 Jahre 11 Monate. Die lateralen Schneidezähne, welche früher etwas median- und rückwärts geneigt, in der Frontansicht von den centralen Schneidezähnen theilweise gedeckt wurden, haben mit ihren Kronen eine geringe Drehung lateralwärts gemacht, so dass sie jetzt ihre normale Stellung neben den centralen in der Zahnreihe einnehmen.

10 Jahre. Keinerlei Veränderung.

11 Jahre. Die gegenseitigen Abstände der beiden Eckzähne, sowie der Backzähne haben sich um etwa 0·5 mm vergrössert.



12 Jahre 11 Monate. Auf der linken Seite sind alle noch vorhanden gewesenen Milchzähne ausgefallen und die entsprechenden permanenten im Durchbruche begriffen. Auf der rechten Seite der Eckzahn gewechselt.

13 Jahre. Auch der erste Milchbackzahn der rechten Seite ist ausgefallen.

17 Jahre. (s. Taf. XXII, Fig. 4.) Sämmtliche permanenten Zähne mit Ausnahme der Weisheitszähne haben ihre normale Stellung im Kiefer eingenommen.

Die allmähligen Veränderungen in den gegenseitigen Abständen der beiden Eckzähne, der beiden ersten, der zweiten und der dritten Backzähne können aus folgender Tabelle entnommen werden.

Unterkiefer.

Gegenseitige Abstände der beiden:

Alter	Eckzähne	ersten Backzähne	zweiten Backzähne	dritten Backzähne
6 Jahre 2 Monate	18·9	24·4	28·8	—
6 Jahre 9 Monate (Durchbruch des perm. r. centr. Schneidezahnes) .	19·0	24·4	28·8	—
7 Jahre (Durchbruch d. perm. linken centralen Schneidezahnes) . . .	19·0	24·4	28·8	—
8 J. (Durchbr. d. dritten Backzähne)	19·5	24·6	29·0	32·0
8 J. 4 M. (Wechsel d. lat. Schneidez.)	19·5	24·6	29·0	32·0
8 Jahre 5 Monate	19·5	24·6	29·0	32·0
9 Jahre	19·8	24·6	29·0	32·0
9 Jahre 11 Monate	19·8	24·6	29·2	32·0
10 Jahre	19·8	24·6	29·2	32·0
11 Jahre	20·3	25·2	30·0	32·0
12 J. 11 M. (Milcheckzahn auf beiden Seiten, die Milchbackzähne auf der linken Seite ausgefallen) . .	—	—	—	32·0
17 Jahre[1]	17·0	24·8	30·8	32·5

Auch im Unterkiefer entfernen sich die Schneide- und Eckzähne von der Mittellinie, sobald die Zeit des Zahnwechsels beginnt. Diese Locomotion ist jedoch nicht so bedeutend wie im Oberkiefer, was damit zusammenhängt, dass die Differenz zwischen der Summe der Kronenbreiten der permanenten und der der Milchschneidezähne hier keine so grosse ist, wie im Oberkiefer, somit auch nicht um so viel mehr Raum für den Durchbruch der permanenten Schneidezähne geschafft werden muss. Hierauf, sowie auf den Umstand, dass die permanenten Backzähne weniger Raum beanspruchen, als die Milchbackzähne, ist die Verkürzung des vorderen Abschnittes des Zahnbogens im Unterkiefer zurückzuführen.

[1] Die Messungen beziehen sich auf den permanenten Zahnsatz.



An den übrigen mir zur Verfügung stehenden Gypsabgüssen sind, unbedeutende Verschiedenheiten abgerechnet, die gleichen durch das Wachsthum des Zahnzellenfortsatzes bedingten Verschiebungen der Zähne wahrzunehmen.

In Anbetracht der geringen Anzahl von Kiefern, welche einer Untersuchung unterzogen werden konnten, wäre es voreilig, zu behaupten, dass die beschriebenen Veränderungen des Zahnbogens bei der zweiten Dentition regelmässig eintreten. Es liegt jedoch in den Gypsabguss-Serien der Beweis vor, dass Verschiebungen der Zähne, somit Ortsveränderungen ihrer Alveolen, in der That beim Zahnwechsel vorkommen, ein Beweis, nach dem, wie es scheint, bisher vergeblich gesucht wurde.[1]

Ueber die Frage, wie diese Locomotion der Zähne zu erklären ist, sind bekanntlich die Ansichten der Autoren getheilt. Jene Forscher, welche die Anschauung vertreten, dass das Knochenwachsthum ausschliesslich in Folge äusserer Vorgänge, durch Apposition neuer und Resorption vorhandener Knochensubstanz erfolgt, müssen, um eine Erweiterung des Zahnbogens erklären zu können, in consequenter Durchführung ihrer Theorie nach Welcker's Vorgang annehmen, dass an der Zungenseite jedes Zahnes der Alveolarrand aussen Resorption, nach dem Alveolus hin aber Knochenneubildung erfährt, während umgekehrt an der Aussenseite des Zahnes der Alveolarrand innen schwindet, an der Superficies facialis sich aber Knochen anlagert. Andere Autoren, welche in dieser Erklärungsart Schwierigkeiten zu sehen glauben, nehmen behufs Deutung der Verschiebung der Zähne ein interstitielles Knochenwachsthum an. Eine Entscheidung in der strittigen Frage ist allein von der genauen Untersuchung des Alveolartheiles des wachsenden Kiefers zu erwarten. Auf welche Stellen desselben hierbei das Augenmerk zu richten ist, kann erst durch weitere eingehende Prüfung der Veränderungen des Zahnbogens bei der zweiten Dentition ermittelt werden. Die Methode, deren man sich hierbei mit Nutzen bedienen dürfte, ist in dem vorliegenden Aufsatz ausführlich besprochen worden.

[1] Vergl. u. A. Virchow, *Berliner klinische Wochenschrift*. 1875. S. 15 und Wolff, a. a. O.)

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. XXI.)

Diagramme, durch welche das Verhalten des bleibenden zum Milchzahnbogen vom Ober- und Unterkiefer dreier Individuen veranschaulicht wird. (Vergr. 2.)

Die Lage der Zähne ist in jedem Bogen durch die annähernd senkrecht auf demselben stehenden Querlinien markirt. Die Endpunkte der letzteren bezeichnen die Situation der auf der lingualen und auf der facialen Kronenfläche prominirendsten Punkte. Das dem Bogenscheitel zunächst liegende Linienpaar repraesentirt die centralen Schneidezähne, das folgende die lateralen Schneidezähne, das dritte die Eckzähne, das vierte die ersten, das fünfte die zweiten Backzähne. Als Schlusspunkte jedes Bogens wurden die prominirendsten Stellen der hinteren (distalen) Kronenfläche der zweiten Backzähne angenommen und bestimmt.

(Taf. XXII.)

Gypsabgüsse des Ober- und Unterkiefers von Individuum I, welche den auf Taf. XXI, Figg. 1 und 4 abgebildeten Zahnbogen-Diagrammen zu Grunde liegen. Natürliche Grösse.

Fig. 1. Gypsabguss des Oberkiefers im 6. Jahre.
Fig. 2. Gypsabguss desselben Oberkiefers im 17. Jahre.
Fig. 3. Gypsabguss des Unterkiefers im 6. Jahre.
Fig. 4. Gypsabguss deselben Unterkiefers im 17. Jahre.

Für die gütige Herstellung der photographischen Negative, nach welchen die Lichtdrucke angefertigt wurden, bin ich Hrn. Prof. Dr. J. M. Eder, Director der k. k. Lehr-Versuchsanstalt für Photographie und Reproductions-Verfahren in Wien, zu besonderem Danke verpflichtet.

Ueber die Form der Gelenkflächen.

Von

Dr. Rudolf Fick,
erstem Assistenten am anatomischen Institut zu Würzburg.

(Aus dem anatomischen Institut zu Würzburg.)

(Hierzu Taf. XXIII.)

Durch eine Bemerkung von Ludwig Fick[1] bin ich veranlasst worden, nach Gesetzen zu suchen, die bestimmen, welcher Knochen eines Gelenkes convex und welcher concav wird. Genannter Autor sagt:[1] „Es gilt aber für die Bildung der Gelenkflächen des Skelets im Allgemeinen das Gesetz, dass bei der activen Bewegung stets der entferntere Skelettheil an dem dem Rumpfe näher gelegenen bewegt wird, während der Rumpf den festen Punkt bildet, daher vom Kopfe als dem Centro des Körpers nach dem Becken und den Extremitäten hin die einzelnen Knochen ihre ausgehöhlte Gelenkfläche stets der Peripherie zukehren, um so den rückwärts gerichteten convexen Glenkflächen der folgenden Knochen die Bewegung zu gestatten. Umgekehrt gestaltet sich aber dies Verhältniss an der äussersten Gliederung des Skelets in Fuss und Hand; hier sind bei den activen Bewegungen der Finger und der Zehen die festen Punkte im gefassten Gegenstand und berührten Boden zu denken, und deshalb die Gelenkköpfe der Finger- und Zehenglieder nach aussen, von dem Centrum und der Wirbelsäule abgewendet.“

Hiermit tritt uns meines Wissens zum ersten Male das Bestreben entgegen, die für die Gestalt der Gelenkflächen geltenden Gesetze zu ergründen.

---

[1] *Lehrbuch der physiologischen Anatomie* von Ludwig Fick, Prof. der Anatomie in Marburg. Leipzig 1845. S. 86.



Der obige Satz enthält viel Wahres und Einleuchtendes, namentlich, wenn man an den ursprünglichen Zweck der Extremitäten als Fortbewegungswerkzeuge denkt. In der That besteht die Fortbewegung des Körpers beim Gehen, Klettern und Schwimmen, wie H. v. Meyer in seinem jüngst erschienenen Aufsatze über die Ortsbewegung der Thiere[1] klar gelegt, zum grossen Theil aus einer Bewegung des Körpers um den mit den Zehen oder Fingern gefassten, festen Boden oder Ast u. s. w. Freilich muss es von diesem Gesichtspunkte aus auffallend erscheinen, dass Hand und Fuss als Ganzes eine convexe Gelenkfläche dem Rumpfe zukehren, obwohl doch gerade sie bei der Ortsbewegung als fest anzusehen wären. Wir sehen also, der angeführte Satz Ludwig Fick's ist offenbar nicht streng richtig; aber wenn er es auch wäre, so ist er doch nur rein beschreibender Natur, über die Gründe, warum die Form der Gelenkflächen dieser Regel folgt, sagt er nichts aus. Anders die späteren epochemachenden Arbeiten desselben Autors,[2] in denen er durch Thierversuche, die er kurz vor seinem Tode in Angriff nahm, die Ursachen der Knochen- und Gelenkformen experimentell zu erforschen suchte. Durch diese leider nicht zu Ende geführten Untersuchungen kam Ludwig Fick zu der Ansicht, dass die Gelenkformen durch die Muskeln im strengen Sinne des Wortes geschliffen werden, und dass stets derjenige Knochen die convexe Gelenkfläche erhält, welcher während der Zeit des Schleifens das stärkste Wachsthum hat. Henke schloss sich diesen Anschauungen an,[3] ging aber noch weiter,[4] indem er auch die Bestimmung der Convexität und Concavität den Muskeln zuschrieb. Durch blos anschauende Ueberlegung folgerte er, dass immer dasjenige Gelenkende concav geschliffen werde, an dem die Muskeln nahe dem Gelenke ansetzten, das Gelenkende mit entfernten Muskelansätzen hingegen convex.

Vor Erledigung dieser Frage wäre freilich zunächst die Vorfrage zu entscheiden, ob die Muskeln und Sehnen mit ihren Ansätzen wirklich vor

---

[1] H. v. Meyer, Die Ortsbewegung der Thiere. *Sammlung gemeinverständlicher wissenschaftlicher Vorträge* von Virchow und Wattenbach. 1890. N. F. 4. Serie. Hft. 95.

[2] L. Fick, Ueber die Ursachen der Knochenformen. *Experimentaluntersuchung.* Göttingen 1857. G. Wiegand; — *Neue Untersuchungen über die Ursachen der Knochenformen.* Marburg 1859. — Ueber die Gestaltung der Gelenkflächen. Nachlass L. Fick's, von A. Fick herausgegeben in *diesem Archiv.* 1859.

[3] Henke, *Anatomie und Mechanik der Gelenke.* Leipzig 1863. S. 57 Anmerkung.

[4] Wilh. Henke und Carl Reyher, Studien über die Entwickelung der Extremitäten des Menschen, inbesondere der Gelenkflächen. *Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wissenschaften.* Jahrg. 1874 Abthlg. 3. Juliheft. S. 41.

Ausbildung der Gelenkformen functionstüchtig angelegt sind. Verschiedene Autoren haben diese Frage gestreift und verschieden beantwortet, aber noch nie zum Gegenstand einer eigenen Untersuchung gemacht. Nach Kölliker[1] differenziren sich die Muskeln erst deutlich am Ende des zweiten Monats, wo die Gelenke, wie Taf. II in der oben erwähnten Abhandlung Henke's zeigt, schon ziemlich charakterische Formen aufweisen. Mit diesem Hinweise ist jedoch die Frage nicht erledigt und soll deshalb später von mir noch besonders bearbeitet werden.

Jedenfalls fordern die Gelenke, diese mechanischen Apparate oder Kraftübertragungsmaschinen des menschlichen Körpers, deren Functionen der mathematischen Behandlung zugänglich sind, wie ausser dem dioptrischen Apparat, kein anderes Organ des Menschen, geradezu mechanische Erklärungen ihrer Entstehung heraus. Dass wenigstens eine nachträgliche Modellirung der Gelenkflächen durch Abschleifen im Verlaufe des normalen Lebens wirklich vorkommt, zeigt unter anderen die folgende Beobachtung H. v. Meyer's:[2] „...an der hinteren Seite der Astragalusrolle findet man nämlich stets in höherem oder geringerem Grade eine Abstumpfung ihrer Kante und erkennt leicht, dass dies diejenige Stelle ist, über die bei den Fussbewegungen das Ligt. talo-fibul. post. geschleift wird — diese Kantenabstumpfung hat für den Mechanismus des Gelenkes durchaus keinen Werth, könnte sogar als Störung der vollen Rollenfläche von Nachtheil sein — um so mehr liegt die Ansicht nahe, dass sie eine durch das bezeichnete Band veranlasste accidentelle Bildung ist, welche beweist, wie die Gelenkflächen in der Bewegung durch die ihnen gegenüberliegenden Theile eine Modellirung erfahren."

Mir schien es aber zum Studium der Gesetzmässigkeiten der Gelenkformen zweckmässig, zunächst überhaupt von den fertig ausgebildeten, meist verwickelten Gelenkflächen bei Thieren und beim Menschen abzusehen und einfachere Verhältnisse einer theoretischen Betrachtung zu unterziehen.

I. Theoretische Betrachtung des Einflusses der Muskelansätze auf die Gelenkform.

Stellen wir uns zwei prismatische Klötze von gleichgrossem, rechteckigem Querschnitt vor, die mit ihren ebenen Grundflächen aneinander liegen, den einen (A) fest, den anderen (B) beweglich auf der Unterlage.

[1] A. Kölliker, *Handbuch der Gewebelehre des Menschen*. Leipzig 1859. 6. Aufl. S. 400; — A. Kölliker, *Entwickelungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere*. Leipzig 1879. 2. Aufl. S. 494.

[2] H. v. Meyer, *Die Statik und Mechanik des menschlichen Knochengerüstes*. Leipzig 1873. S. 90.



Am Klotz B seien Zugkräfte angebracht, Muskeln ähnlich, welche die zwei Knochen in einem Gelenke bewegen. Die Bewegung kann, falls nicht glatte Gelenkflächen vorhanden sind, nur eine wackelnde sein. Ferner sieht man leicht, dass der Erfolg der Zugkräfte ganz verschieden sein wird, je nach der Lage ihrer Angriffspunkte.

Suchen wir nun diesen „Einfluss der Muskelansätze auf die Gelenkform" genauer zu ermitteln. Zu diesem Ende denken wir am beweglichen Klotz B (Fig. 1) zunächst in beliebiger Entfernung vom Gelenk, z. B. im Punkte b eine Schnur befestigt, und zwar soll sie den natürlichen Verhältnissen (Muskeln oder Sehnen) entsprechend vom festen Klotz A oder einem rückwärts gelegenen Punkte entspringen und dem Klotze A mehr oder weniger dicht anliegen. Zieht man jetzt an dem Seil mit der Kraft p, so wird B umkippen, die Kanten bei b_1 und a_1 stemmen sich aufeinander, wie Fig. 2 zeigt. Die Kraft p, deren Zugrichtung der Einfachheit wegen auch bei der geneigten Lage noch parallel A gezeichnet ist, lässt sich nun zerlegen in die in der Richtung des Klotzes B wirkende Druckcomponente $d = p \cos \alpha$ und die drehende Componente $r = p \sin \alpha$. Verlegen wir den Angriffspunkt der Druckcomponente in der Verlängerung ihrer Zugrichtung nach b_1, so sieht man, dass sich die Kraft d zerlegt in eine Schubcomponente $s = d \sin \alpha$ und eine reine Druckcomponente $\delta = d \cos \alpha$. Es wird also durch den Zug von p eine Bewegung des Punktes b nach rechts und des Punktes b_1 nach links verursacht; mit anderen Worten: es wird ein Umkippen des Klotzes B einerseits, und andererseits, falls noch Kräfte gegeben sind, welche die zwei Gelenkflächen einigermassen in Contact halten, ein Nachlinksgleiten der zu b_1 gehörigen Kante auf dem Klotze A bewirkt werden. Für erstere Bewegung, die Drehung um eine senkrecht zur Ebene des Papiers durch b_1 gehende Axe ist das Moment einer Kraft natürlich um so grösser, je höher oben am Klotz B sie angreift. Ferner ergiebt die Formel $s = d \sin \alpha$, ebenso wie die unmittelbare Anschauung, dass bei Wachsen des Winkels α_1, mit anderen Worten: bei Zunahme der Drehung des Klotzes B um b_1 die Schubcomponente s grösser werden muss.

Für die Untersuchung des Problemes ist ferner wichtig, zu wissen, bei welchen Verschiebungen der Blöcke gegen einander Aenderungen des Abstandes von Ursprung und Ansatz unseres Seiles eintreten, weil unter wirklichen Verhältnissen (Zusammenziehung der betr. Muskeln) die Verschiebungen der Knochen ausgeschlossen sind, die eine Dehnung des Muskels zur Voraussetzung haben. Es ist nun klar, dass bei obiger Drehung um eine zwischen Ansatz- und Ursprungspunkt des Seiles gelegene Axe, der Ansatz dem Ursprung genähert, dass also das Seil entspannt wird. Man sieht aber aus Fig. 3, dass diese Entspannung um so bedeutender ist, erstens, je stärker die Neigung von B ist, und zweitens, je höher oben das

Seil befestigt ist. In Fig. 3 ist der bewegliche Klotz in gerader und zwei geneigten Stellungen dargestellt; A, B, C bedeuten die verschiedenen Ansatzpunkte bei aufrechter, A_1, B_1, C_1 und A_2, B_2, C_2 bei den geneigten Stellungen, U den Ursprung des Seiles. Trägt man auf der Verlängerung der Prismenkante von A_1 aus die Entfernung des Ursprungs vom Ansatz in der Ausgangsstellung (UA) und dann die Entfernung des Ursprungs vom Ansatz in der neuen geneigten Stellung (UA_1) auf, so sieht man, dass $UA_1 < UA$ ist; die Entfernung vom Ursprung und Ansatz ist also bei der Neigung kleiner geworden, das Seil ist etwas entspannt; bei der höheren Insertion in B (B_1) ist die Differenz ($BU - B_1U = a\beta_1$) grösser, bei C (C_1) noch grösser, bei unendlich grosser Entfernung würde sie $= ab$. Aus dem Vergleiche der Abmessungen in den beiden verschieden stark geneigten Stellungen zeigt sich deutlich auch die Richtigkeit des ersten Theiles meiner Behauptung, dass nämlich die Entspannung auch mit der Grösse der Drehung zunehmen muss. Es kann demnach der bewegliche Klotz um so weiter nach L gleiten, ohne dass Ursprung und Ansatz des Seiles von einander entfernt werden, erstens, je stärker der Klotz geneigt ist, und zweitens, je höher oben die Insertion des Seiles. Es lässt sich übrigens ganz allgemein angeben, wie weit die Kante nach L gleiten kann, ohne dass eine Anspannung des Seiles stattfindet. In Fig. 4 ist der Klotz B einmal in gerader Stellung und ferner bei einer beliebig ausgewählten Neigung mit weit nach L verschobener Kante b_1 dargestellt. Man sieht, wenn das Seil in b angreift, kann der Klotz bei der hier bestehenden Neigung nicht um das Stück $a_1\ a_2$ verschoben werden, ohne dass sich der Ursprung vom Ansatz des Seiles entfernt, denn es ist $b_1 b_2 > b_1 b$, und zwar solange $\wedge\, b_1 b b_2 > \wedge\, b_1 b_2 b$. Fig. 4 zeigt ferner, dass bei derselben Neigung ein höher oben in β (β_2) befestigtes Seil eine Verschiebung des Klotzes um die Strecke $a_1\ a_2$ noch zulässt, dadurch noch nicht angespannt wird, denn es ist $b_1 \beta > b_1 \beta_2$, weil $\wedge\, b_1 \beta_2 \beta > \wedge\, b_1 \beta \beta_2$. Bei gegebenem Neigungswinkel kann der Klotz also verschieden weit, ohne dass eine Anspannung des Seiles einträte, nach L verschoben werden, je nachdem der Ansatz näher oder entfernter vom Gelenk. Dieser Satz lässt sich, da ja bei stärkerer Neigung das Seil stärker entspannt wird, auch so wenden: Die gleiche seitliche Verschiebung der Kante b_1 nach links erfordert eine um so stärkere Neigung des Klotzes B, je weiter unten, je näher der Gelenkspalte die Befestigung des Seiles, wenn anders Ursprung und Ansatz des Seiles sich nicht von einander entfernen sollen. Einer sehr starken Neigung, die mit einem bedeutenden Klaffen des Gelenkes auf der L-Seite verbunden wäre, werden sich aber die Gelenkkapsel, der Luftdruck, die Hemmungsbänder, kurz, alle die Kräfte bezw. Einrichtungen widersetzen,

welche die Gelenkflächen in Berührung halten. Rückt der Ansatz ganz an die Kante b_1 herunter, so kann durch Anziehen des Seiles (Verkürzung des betreffenden Muskels) gar kein Nachlinksgleiten der Kante b_1 mehr erfolgen, sondern die Componente $r = p \sin \alpha$ wird ein Nachrechtsabgleiten des ganzen Klotzes bewirken.

Das Ergebniss der bisherigen Betrachtungen lässt sich kurz in folgenden Satz zusammenfassen: Je näher der Kante b_1 der Seilansatz, um so leichter wird beim Anziehen des Seiles der Klotz B über die Kante a_1 des festen Klotzes A hinweg nach rechts hinunter abgleiten, je weiter der Ansatz von der Kante entfernt ist, um so leichter wird durch den Zug ein Umkippen des Klotzes B nach rechts und ein Nachlinksgleiten seiner Kante b_1 erfolgen. Wo die Grenze liegt, ist theoretisch und für alle Fälle gültig gar nicht zu ermitteln, da das von vielerlei Nebenumständen (Beschaffenheit der Bänder und Kapsel u. s. w.) abhängt. Auch eine experimentelle Ermittelung an einem Schema für bestimmte Fälle wäre kaum möglich und jedenfalls nicht lohnend, denn auch in der Wirklichkeit sind bei jedem Gelenke jene Nebenumstände verschieden und liessen sich bei einer experimentellen Prüfung kaum alle nachahmen.

Sind die obigen Betrachtungen richtig, so muss bei wirklich ausgeführten Schleifversuchen mit Zugseilen an beiden Seiten der Klotz B an seinen beiden Seitenkanten (b_1 und b_2 in Fig. 1) abgeschliffen, abgerundet, d. h. zum Gelenkkopf werden, falls die Seile hoch oben an B angreifen. Umgekehrt werden sich die Kanten a_1 und a_2 des festen Klotzes abrunden, wenn die Zugseile nahe der Gelenkspalte an B angebracht sind, sodass in diesem Falle A zum Gelenkkopf, B zur Pfanne wird.

II. Experimentelle Prüfung des Einflusses der Muskelansätze auf die Gelenkform.

Um diese Versuche anstellen zu können, galt es zunächst, eine geeignete, schleifbare Masse aufzufinden. Ich nahm zuerst reinen Gyps, der sich jedoch als zu hart erwies; dann mengte ich auf Vorschlag des Hrn. Prof. Rindfleisch Bimssteinmehl dem Gyps bei und gelangte schliesslich zu dem besten Resultat mit einer Mischung von beiläufig $^1/_4$ Raumtheil gewöhnlichen Gypses, $^1/_4$ Raumtheil feinen Bimssteinpulvers und $^1/_2$ Raumtheil Wasser. Aus dieser Masse goss ich prismatische, 30 ^{cm} lange Blöcke von quadratischem oder rechteckigem (1—5 ^{qcm} grossem) Querschnitt. Jeder solche Klotz wurde in der Mitte zersägt, die eine Hälfte mit Siegellack auf einem Brette befestigt, an der anderen Hälfte (von gleichem Querschnitt und gleicher Härte) wurden in einem Falle nahe (1 — $^1/_2$ ^{cm} und weniger), im

anderen weit (3—6 cm) vom Gelenk entfernt Bindfäden vermittelst eines quer durch den Block gesteckten Stiftes dicht am Klotze befestigt. Um den Bewegungen eine sichere Führung, den Gelenkenden Zusammenhalt zu geben und so den natürlichen Verhältnissen näher zu kommen, umgab ich das Gelenk mit einer Kapsel aus dünnem Kautschukschlauch, in den ich, um ein Herausfallen des Schleifmehles zu ermöglichen, Fenster schnitt. An diesem Schema stellte ich Schleifversuche an, indem ich freihändig abwechselnd an dem rechten und dem linken Faden in der Richtung des festen Klotzes *A* zog. Um ganz unbefangen zu sein, bedeckte ich die Gelenkspalte mit einem Tuche und achtete nur darauf, dass die Ausschläge des Klotzes *B* nach beiden Seiten hin gleich gross waren.

Es zeigte sich nun, dass in der That jedesmal bei nahem Ansatze der Seile das feste, bei entfernterem das bewegte Gelenkende zum Kopf wurde und bei längerer Ausdauer schliff sich auch eine entsprechende Pfanne an der gegenüberliegenden Gelenkfläche aus, wie die photographischen Aufnahmen der Klötze *I*, *II* und *III* in Fig. 5 zeigen. Die Löcher deuten die Höhe des Seilansatzes an. Dieses Schleifen mit Handbetrieb kostet natürlich sehr viel Zeit, da die Masse nicht gar zu weich sein darf, wenn man das Abbröckeln grösserer Stücke vermeiden will. Oft genug ist mir gerade durch diesen Umstand ein Praeparat eben dann verdorben worden, wenn ein Gelenk nahezu fertig geschliffen war. Wegen dieser Unannehmlichkeiten beschloss ich, das Schleifen durch eine Maschine zu bewerkstelligen und zwar mit Hülfe des für solche Zwecke sehr geeigneten Wassermotors. Hr. Privatdocent Dr. Schönlein, Assistent am physiologischen Institut, hatte die Güte, mir die rotirende Bewegung des Motorrades in eine vor- und rückwärts gehende zu übertragen. Er verwendete dazu zwei Scheiben, die durch eine excentrische Pleuelstange verbunden sind, eine Einrichtung, wie sie bei jeder Locomotive zu sehen ist. Mit Hülfe dieser Vorrichtung gelang es mir in verhältnissmässig kurzer Zeit, einige, wie die Photogramme *IV* und *V* in Fig. 5 zeigen, sehr schön ausgeprägte Gelenkflächen zu schleifen.

Hervorzuheben ist, dass sich auch nicht ein einziges Mal unter den vielen Versuchen, die ich machte, eine der Theorie widersprechende Gelenkform ausbildete. Wie schon oben bemerkt, tritt stets die Convexität zuerst hervor, zum grossen Theil wohl aus Gründen, die im Auge des Beschauers zu suchen sind, insofern eben Abweichungen der Form an den Kanten leichter bemerklich sind, als an der Fläche. Ferner ist zu erwähnen, dass beim Anziehen der Seile der Klotz *B* häufig vom Brette etwas abgehoben wurde. Ich suchte dieses Aufbäumen des Klotzes *B* dadurch zu vermeiden, dass ich mit möglichster Sorgfalt den Zug an den Seilen parallel der Ebene des Brettes ausführte; dann nahm ich ein Gummiband zu Hülfe,

das quer über den Klotz *B* gespannt wurde, um das Aufbäumen zu verhindern. Aber auch dies genügte nicht ganz. Diese unbeabsichtigten Bewegungen des Klotzes *B* von dem Brette weg hatten nun einen Erfolg, welcher die Richtigkeit der obigen Betrachtung glänzend bestätigte: es schliff sich nämlich am Klotze *B* auch von vorn nach hinten eine Concavität, wenn die Seile dicht an der Schleiffläche ansetzten, eine Convexität bei entferntem Ansatze. Die Richtigkeit dieser Angabe ergiebt sich deutlich aus Fig. 6, welche photographische Seitenansichten der Blöcke *II* und *IV* zeigt (die Löcher entsprechen dem Seilansatz). Die Bewegung hat in letzterem Falle eben um zwei Axen stattgefunden: Die Convexität von rechts nach links gehört der beabsichtigten Hauptbewegung um eine in Fig. 5 im Punkte *a* senkrecht zur Ebene des Papieres stehende Axe, die Concavität in der Richtung von vorn nach hinten der durch das Aufbäumen erzeugten Nebenbewegung um die quere im selben Gelenkabschnitt gelegene Axe *b*, die in Fig. 6 senkrecht zur Ebene des Papieres steht. Diese Gelenkform mit zwei sich senkrecht überkreuzenden Axen auf der Seite des bewegten Knochens und eiförmiger Gelenkfläche, die A. Fick zuerst analysirte,[1] findet sich bekanntlich im menschlichen Handgelenk wieder.

Durch verschiedene Anordnung der Seilansätze ist man so im Stande, alle möglichen Gelenkformen nach Belieben durch dem Muskelzug ähnliche Bewegungen an Gypsblöcken künstlich zu erzeugen.

Demnach hat sich das im ersten Theile der Arbeit aus mechanischen Betrachtungen gefolgerte Gesetz durch den Versuch vollkommen bestätigt.

Es erübrigt nun noch zu untersuchen, ob auch bei den Thieren, zunächst beim Menschen, Muskelansätze und Gelenkform diesem Gesetze entsprechen.

III. Beziehungen der Muskelansätze zur Gelenkform beim Menschen.

Da die Verhältnisse natürlich viel verwickeltere als in unseren Schematen sind, so kann man auch nicht erwarten, dass das Gesetz so deutlich wie dort zu Tage tritt, sondern muss zufrieden sein, wenn es auch nur im Grossen und Ganzen zutreffend gefunden wird. Ueberdies ist eine genauere Analyse der fraglichen Beziehungen, eine zahlenmässige Vergleichung der Ansatzentfernungen der verschiedenen Muskeln eines Gelenkes mit Berücksichtigung ihrer Rotationsmomente auf die verschiedenen Axen der Gelenkflächen bei den verschiedensten Stellungen u. s. w. zur Zeit noch

[1] A. Fick, *Medicinische Physik.* 1. Aufl. Braunschweig 1856.



gar nicht möglich, da die einschlägigen Arbeiten[1] sämmtlich nur ganz beschränkte Gebiete und immer nur eine oder wenige Stellungen behandeln.

Beginnen wir mit den Gelenken am Rumpfe. Am Atlanto-Occipitalgelenk sehen wir das Hinterhauptbein eine convexe Gelenkfläche tragen; die dasselbe bewegenden Kräfte greifen weit vom Gelenk an, indem die streckende Nackenmusculatur bis über 6^{cm} weit (bei Erwachsenen) von der Gelenkspalte hinaufgerückt ist. Die der Streckung vorzugsweise entgegenwirkende Schwerkraft greift auch nach den neuesten Untersuchungen von Braune[2] relativ weit vom Gelenke (etwas hinter dem Türkensattel) an. Die hauptsächlich nach *L* und *R* neigenden und drehenden Muskeln, die Sternocleidomastoidei u. s. w., haben ihren Ansatzpunkt ebenfalls fern vom Gelenk. Das Kiefergelenk trägt gleichfalls am beweglichen Knochen einen Gelenkkopf und auch hier setzen sich die Kieferheber und -Senker weit vom Gelenk an. Die Wirbelgelenke sind zu übergehen, sie haben keine ausgeprägt convexe und concave Flächen.

Das Sternoclaviculargelenk trägt an der Clavicula eine im Wesentlichen convexe, am Sternum eine concave Gelenkfläche; auch hier wieder greifen die Hauptbewegungskräfte, nämlich die Armschwere und der M. cucullaris entfernt vom Gelenke an; freilich inserirt der starke Cleidomastoideus und einige Bündel des M. pectoralis maj. nahe dem Gelenk und vielleicht ist dadurch die unregelmässige Gestalt der Gelenkenden bedingt. Auch bei den Rippengelenken sehen wir den beweglichen Knochen convex, die Ansätze der beweglichen Muskeln: M. levatares, intercostales und abdominales entfernt von der Gelenkspalte.

Gehen wir zu den Extremitäten über: Beim Schultergelenk greifen die Hauptmuskeln, der mächtige M. deltoides, pectoralis maj., latissimus mit dem teres maj., der M. biceps und coracobrachialis weit vom Gelenk entfernt an, während allerdings auch einige ziemlich kräftige Muskeln, Mm. supra-infraspinatus, teres min. und subscapularis nahe dem Gelenk am Humerus inseriren. Am Ellenbogengelenk sehen wir umgekehrt den distalen Gelenk-

---

[1] A. Fick, Statische Betrachtungen der Musculatur des Oberschenkels (mit einleitender Bemerkung von Carl Ludwig). *Zeitschrift für rationelle Medicin.* Heidelberg 1850. Bd. IX. S. 94 u. ff.; — E. Fick und E. Weber, Anatomisch-mechanische Studie über die Schultermuskeln. *Verhandlungen der phys.-med. Gesellschaft zu Würzburg.* 1877. N.F. Bd. XI; — E. Fick, Zweigelenkige Muskeln. *Dies Archiv.* 1879; — W. Braune und O. Fischer, Die Rotationsmomente der Beugemuskeln am Ellenbogengelenk des Menschen. *Abhandlungen der königl. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften.* 1889. Bd. XV. Nr. 3.

[2] W. Braune und O. Fischer, Ueber den Schwerpunkt des menschlichen Körpers. *Abhandlungen der königl. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften.* 1889. Bd. XV. Nr. 7.



abschnitt concav und demgemäss auch die Hauptbeuge- und Streckmuskeln förmlich wie in einem Schema „dicht von der Gelenkkante“ den Olecranon und Proc. coronoideus angreifen.

Das Handgelenk zeigt wiederum entfernt an der Hand ansitzende ulnar-radial und palmar-dorsal flectirende Muskeln und dementsprechend eiförmigen, zweiaxigen, distalen Gelenkkopf (vgl. oben S. 398). Die Gelenke zwischen Carpus und den Metacarpalien sind im Allgemeinen zu unregelmässig gestaltet und zu wenig von Muskeln direct bewegt, um Gesetzmässigkeiten daran zu studiren; nur das erste ist freier und von regelmässiger, sattelförmiger Gestalt. Ein Sattelgelenk muss nun aber gerade in ganz hervorragender Weise zur Feststellung der Beziehungen zwischen Muskelansatz und Gelenkform geeignet sein, denn wie A. Fick zuerst mathematisch entwickelt,[1] finden die Bewegungen in einem Sattelgelenk um zwei sich senkrecht überkreuzende, auf verschiedenen Seiten der Gelenkspalte gelegene Axen statt, so dass dasselbe Gelenkende für die eine Bewegung Gelenkkopf, für die andere Pfanne ist. Unseren Gesetzen zufolge müssten sich demnach die Muskeln, bei deren Function das Gelenkende die Rolle der Pfanne übernimmt, nahe dem Gelenk, die anderen, bei deren Function dasselbe Gelenkende den Gelenkkopf bildet, vom Gelenk weit entfernt beschäftigt finden. Und in der That: für die Opposition — „Reposition“ (oder, wie v. Meyer im Anschluss an A. Fick sagt, „Reduction“), um eine im Multangulum gelegene Axe bildet die Metacarpalgelenkfläche die Gelenkpfanne; für diese Bewegung kommen aber fast nur die dicht an der Gelenkfläche ansetzenden Fasern des M. opponens einerseits (da die anderen mehr adducirende und „ulnarrotirende“[2]) Momente haben und andererseits der sogenannte M. abductor pollicis longus in Betracht, der unmittelbar am Pfannenrande befestigt ist. Für die reine Ab- und Adductionsbewegung hingegen um eine im Metacarpusköpfchen gelegene Axe ist der M. adductor pollicis einerseits, der M. abductor brevis, extens. long. und brevis andererseits verantwortlich, welche sämmtlich weit von der Gelenkspalte ansetzen und den Metacarpus nur mittelbar bewegen. Dementsprechend bildet aber für diese Bewegung der Metacarpus den Gelenkkopf. Unsere Voraussetzungen bestätigen sich also vollkommen.[3] Bei den Metacarpophalangealgelenken finden wir die Pfanne peripher, dem-

---

[1] A. Fick, Die Gelenke mit sattelförmigen Flächen. *Zeitschrift für rationelle Medicin.* 1854. N. F. Bd. IV. S. 314.

[2] H. v. Meyer, *Lehrbuch der Anatomie des Menschen.* Leipzig 1861. 2. Aufl. S. 222.

[3] Henke spricht schon in seiner *Mechanik der Gelenke*, S. 21 Anmkg. die Vermuthung aus, dass für die Frage des Muskeleinflusses auf die Gelenkform die Sattelgelenke von Bedeutung sein könnten.

gemäss nahe Insertion der ab- und adducirenden, in zweiter Linie aber auch die erste Phalanx beugenden Interossei, sowie des Abductor pollicis und digiti minimi. Beim ersten Interphalangealgelenk periphere Pfanne, nahen Ansatz der Flexores subl. und Extens. comm., ebenso bei den zweiten Interphalangealgelenken periphere Pfanne mit nahem Ansatz des Flexores prof. und Extens. comm.

Auch am Hüftgelenke sehen wir die meisten Muskeln am convexen Knochen weit vom Gelenke an den Trochanteren ansetzen; am Knie ist die gewaltige Muskelmasse des Extens. cruris quadriceps und des M. biceps und Semimembranosus am bewegten Skelettheil ganz nahe dem Gelenk befestigt, in Uebereinstimmung damit die Gelenkfläche desselben concav. Am Fussgelenk: entfernter Ansatz der den Fuss bewegenden Muskeln, der Achillessehne, Mm. peronei, tibialis post. und ant., demgemäss convexe Gelenkfläche desselben. Das Kahnbein zeigt nach rückwärts eine deutliche Concavität, besitzt eine dicht an der Gelenkfläche ansitzende Muskelinsertion (Tibial. ant.). Die Phalangealgelenke des Fusses endlich verhalten sich ebenso, wie die an der Hand.

Ergebnisse.

Die vorliegende Arbeit hat ergeben, dass sich für die Beziehungen zwischen Muskelansatz und Gelenkform ein Gesetz elementarmathematisch entwickeln lässt. Dieses Gesetz sagt aus, dass dasjenige Gelenkende, bei welchem die Muskeln nahe am Gelenke ansetzen, zur Pfanne, dasjenige, an dem sie entfernt angreifen, zum Kopf wird. Es wurde ferner gezeigt, dass sich dieser Satz experimentell an einem Schema aus schleifbarem Material bestätigen lässt, und endlich, dass bei sämmtlichen Gelenken des Menschen die Gelenkform im Grossen und Ganzen diesem Gesetze entspricht. Dass bei mehreren Gelenken einzelne Muskelansätze zu dieser Regel nicht stimmen, ist von keiner Bedeutung, weil diese Muskeln schwächer und ihre Momente kleiner sind, als die Summe der anderen; ferner kommt vielleicht die frühere oder spätere Entwickelung der einzelnen Muskeln und ihrer Ansätze in Betracht. So ist vielleicht der scheinbare Widerspruch gegen das Gesetz am Schultergelenk dadurch zu erklären, dass dort die Muskeln mit nahem Ansatz (Mm. subcapul., teresminor, infraspinat) wesentlich Rotatoren sind und deshalb sicher erst spät in häufigeren Gebrauch kommen. Selbst wenn übrigens nach unseren Gesetzen die Gelenkform durch die Muskelanordnung vollständig bestimmt, also mechanisch erklärt wäre, so bliebe doch noch die Frage, warum sind die Muskelinsertionen immer so angeordnet, dass daraus die typischen Gelenkformen resultiren, oder wie Henke a. a. O. die Frage wendet, „warum bilden sich die Ge-

lenkspalten gerade an den betreffenden Stellen?“ Dafür aber können wir bis jetzt keine mechanischen Gründe finden, dieser Frage gegenüber müssen wir uns mit der allerdings nichts erklärenden Thatsache begnügen, dass die Anordnung der Muskelansätze vererbt ist. Aber man darf, glaube ich, auch bei dem ontogenetischen Aufbau der Gelenkmaschinen sich den Hergang nicht einfach grob mechanisch denken, sondern muss auch hier der Vererbung namentlich der ursprünglichen Form der Knochen (ohne die Gelenkenden) einige Bedeutung beimessen. Beim Gelenk zwischen Atlas und Zahn des Epistropheus z. B. folgt die Form geradezu aus der ererbten Gestalt der beiden Knochen.

Beim oberen Radialulnargelenke ferner wäre auch eine andere Gelenkform, wenn anders der Radius nicht von der Rotula abweichen und die Flexion und Extension des Ellenbogengelenks beeinträchtigt werden soll, unmöglich; freilich widersprechen hier auch die Muskelansätze keineswegs unserer Regel; sie sind, soweit sie überhaupt dies Gelenk beeinflussen, relativ weit um die Axe desselben aufgewickelt. Aehnlich ist das untere Radio-ulnargelenk in seiner Form von Nebenumständen beeinflusst; wäre das untere Radiusgelenkende gegen die Ulna convex und drehte sich mit der Hand um eine in ihm selbst gelegene Axe, so würde die Ulnarseite der Hand beim Beginne der Pronation sofort von der Ulna nach der Dorsalseite hin abgleiten, eine Bewegung, die dem ganzen Typus der Gelenkbewegungen überhaupt widerspräche und durch den ulnaren Bandapparat des Handgelenkes verhindert wird. Auch hier setzen Muskelmassen des Pronator quadratus dicht an der Gelenkfläche an, freilich andere auch weiter davon entfernt.

Im Grossen und Ganzen entsprechen also Gelenkform und Muskelansätze beim Menschen unseren Regeln und es ist durch unsere Schleifversuche nachgewiesen, dass die Anordnung und Form eine zweckmässige, den mechanischen Gesetzen entsprechende ist, also geeignet zur Vererbung durch die natürliche Zuchtwahl.

Würzburg, im Juni 1890.

Ein Fall von Anencephalie.

Ueber den feineren Bau des Rückenmarkes eines Anencephalus.

Von

O. v. Leonowa.

(Aus dem anatomischen Institut der Kaiserl. Universität zu Moskau.)

(Hierzu Taf. XXIV.)

Veranlassung zu der vorstehenden Arbeit gab das Rückenmark eines Anencephalus, welcher durch Vermittelung des Hrn. Prof. D. Zernoff dem anatomischen Institute zugestellt war und auf seinen Vorschlag hin von mir mikroskopisch untersucht wurde. In der Litteratur finden wir mehrere Fälle von Mikrocephalie beschrieben. Die ausführlichste mikroskopische Untersuchung eines solchen Mikrocephalus gehört meines Wissens Frau A. Steinlechner-Gretschischnikoff aus Belgrad.[1] Ueber den feineren Bau des Rückenmarkes von Anencephalus war noch nichts, soviel ich weiss, veröffentlicht, und auf diese Weise erhält meine Untersuchung, als erste in dieser Art, ein gewisses wissenschaftliches Interesse. Da die Mikrocephalie eine Uebergangsstufe, wenn auch keine unmittelbare, vom normalen Gehirn zur Anencephalie bildet, und da wir bei Mikrocephalie eine Verkümmerung des Rückenmarkes — eine „Mikromyelie" von bekannten Bahnen — als Folgen gehemmter Entwickelung des Hirns antreffen, so versteht sich von selbst, dass wir bei Anencephalie, wenn die Entwickelung der genannten Bahnen wirklich vom Gehirn abhängig ist, eine noch geringere Entwickelung solcher Bahnen finden müssen.

[1] *Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten.* 1886. S. 649.

Das mir zur Verfügung überlassene Rückenmark gehörte einem Kinde, dessen Körpergewicht 1620 ^{grm}, Körperlänge 45 ^{cm}, Umfang der Hirnschädelbasis 21 ^{cm} betrugen. Das Kind wurde lebendig geboren, lebte ca. 17 Stunden 20 Minuten und kam ungefähr nach 38—39 Stunden *post mortem* in meine Hände.

Bei der makroskopischen Untersuchung erwies sich Folgendes: Extremitäten, Bauch- und Brustorgane waren normal entwickelt; die Hirnschädelbasis lag fast ganz frei, das Schädeldach fehlte *in toto*. Die freiliegende Schädelbasis stellte ein unregelmässiges Trapezoid dar, war von einer rothen, dünnen, theils pergamentartigen Haut bedeckt und auf der Grenze mit der normalen Haut von Haaren umsäumt. Die Dimensionen des genannten Trapezoids betrugen: 5 ^{cm} in der Gegend des Hinterhauptes, 4 ^{cm} von den beiden Seiten und 2 ^{cm} in der Stirngegend. Das auf der Schädelbasis liegende rudimentäre Hirn stellt ein blutdurchtränktes Zellgewebe vor, welches unter dem Namen Substantia medullo-vasculosa oder Substantia von Recklinghausen bekannt ist. Die Basis des Schädels stand unregelmässig nach oben gerichtet und allein das Foramen occipitale magnum war verhältnissmässig gut entwickelt. Im letzteren lag ein Gebilde, dem Scheine nach das verlängerte Mark, mit der Substantia medullo-vasculosa verwachsen. Die Länge des Rückenmarkes betrug am erhärteten Praeparate, sammt dem eben genannten Stücke, 13 ^{mm}. Das Rückenmark wurde nach der Herausnahme auf zwei Tage in 80 ^{0} Alkohol, welches etwas Tinct. jodi enthielt,[1] gelegt, darauf in eine gesättigte Lösung von Kali bichromicum übertragen und nach hinreichender Erhärtung (nach sieben Wochen), der Untersuchung unterworfen. Da die Nervenwurzeln sehr dünne und verwickelte Fäden darboten, war es unmöglich nach der Zerlegung des Rückenmarkes, sich nach denselben zu richten. Die Hals- und Lendenanschwellungen, sowie der schmale dazwischen liegende Brusttheil waren jedoch deutlich zu unterscheiden und es wurden Stückchen aus allen diesen drei Theilen zur Untersuchung genommen. Das im Foramen occipitale magnum liegende Gebilde wurde *in toto* untersucht. Alle erwähnten vier Theile wurden zuerst sorgfältig in destillirtem Wasser ausgewaschen, dann in absoluten Alkohol auf 4—5 Tage übertragen, darauf in Celloidin eingebettet und mit Celloidin auf Kork aufgeklebt. Endlich wurden die Stückchen in eine neutrale Essigsäurekupferoxydlösung (eine gesättigte Lösung

[1] Durch Zusatz von Tinct. jodi zum Alkohol erhält das Praeparat bei der darauf folgenden gewöhnlichen Härtung in Kali bichromicum eine Consistenz, die sehr feine Schnitte zu machen erlaubt, ohne Zerbröckelung und Zerreissung desselben, was bei unmittelbarer Härtung in Kali bichromicum bei weitem nicht immer erreicht wird. Diese Behandlung des Gehirns, die, soviel mir bekannt ist, nirgends beschrieben wird, ist von Prof. Zernoff im hiesigen anatomischen Institut eingeführt worden.



dieses Salzes mit gleichem Volumen Wasser verdünnt) übertragen, auf zwei Tage in den Brütofen gelegt und erst dann mit dem Jung'schen Mikrotome in Schnitte zerlegt. Einige Schnitte wurden mit Haematoxylin nach Weigert, andere gleichzeitig nach Weigert und dem Pal'schen Verfahren, auch mit Pikrocarmin nach Ranvier bearbeitet. Um ein Vergleichungsobject zu haben, machte ich Praeparate aus dem Rückenmarke eines Kindes, dessen Tod durch Asphyxie verursacht war. Das Körpergewicht dieses Kindes war 2720 ^{grm}, die Körperlänge betrug 50 ^{cm}.

Bei oberflächlicher Betrachtung der Praeparate fällt schon die Grösse der Rückenmarksschnitte des normalen Kindes ins Auge. Die Rückenmarksschnitte des Anencephalus sind bedeutend kleiner. Nehmen wir die transversalen Durchmesser beider Rückenmarke auf verschiedener Höhe, so erhalten wir folgende Zahlen:

Rückenmark des Anencephalus.

Auf der Höhe der Halsanschwellung	0·4,
„ „ „ des mittleren Brusttheils	0·2,
„ „ „ der Lendenanschwellung	0·4.

Normales Rückenmark.

Auf der Höhe des Austritts des VI. Cervicalnerven .	0·7,
„ „ „ „ „ „ VI. Dorsalnerven .	0·4,
„ „ „ „ „ „ III. Lumbalnerven .	0·6.

Bis jetzt haben wir den Unterschied, welcher mit blossem Auge zu sehen ist, beobachtet; was den feineren Bau, die Menge der Nervenzellen und die Bahnen betrifft, werden wir aus der folgenden mikroskopischen Untersuchung kennen lernen.

1. Die graue Substanz.

Auf der Höhe der Lumbalanschwellung zerfällt die graue Substanz in die Vorder- und Hinterhörner, welche mit einander mittelst grauer Commissuren verbunden sind. Der Querschnit dieser Höhe zeichnet sich durch seine unregelmässige Gestalt aus und ist, da die Seitenhörner ganz fehlen, zusammengezogen. Die graue Substanz liegt ganz frei, von den Seitensträngen unbegrenzt. Die Ganglienzellen der Vorderhörner sind multipolar und mit einem kleinen, von Protoplasma umgebenen Kerne versehen; sie erscheinen in zerstreuten einzelnen Gruppen. Dem normalen Rückenmarkquerschnitte entsprechend kann man die Ganglienzellen in drei (Ganglienzellengruppen), d. h. in die vordere innere oder mediale, vordere

seitliche und in die centrale Ganglienzellengruppe theilen. Die hintere seitliche Zellengruppe, welche dem Auslaufe des Seitenhorns[1] entspricht, fehlt, weil das Seitenhorn selbst nicht vorhanden ist. Dasselbe ist von dem Processus reticularis von Lenhossek[2] zu sagen. Die Ganglienzellen der seitlichen Gruppe erreichen fast die Peripherie. Die graue Substanz ist äusserst arm an markhaltigen Nervenfasern, letztere erscheinen als feine leicht gefärbte Faden bloss in der Gegend der Theilung der vorderen weissen Commissur und in den vorderen Theilen des Vorderhorns, wo sie sich in besonderen Bündeln sammeln, um sich in die Vorderwurzeln zu begeben. Die Hinterhörner sind vergleichsmässig weit reicher an markhaltigen Fasern und auch stärker gefärbt. Wie die graue Substanz des Vorderhorns, so ist auch die des Hinterhorns mit feiner, kernartiger, bis zur Peripherie reichender Masse reichlich bedeckt.

Die graue Substanz des Brusttheils bietet ein fast analoges Bild der oben beschriebenen dar, allein die Vorder- und Hinterhörner enthalten keine einzige markhaltige Faser. Die Ganglienzellen der Columnae vesicularis post. Clarke[3] fehlen. Die nicht zahlreichen Ganglienzellen liegen hier und da in dem Vorderhorn zerstreut, erst in der Halsanschwellung sammeln sie sich wieder zu einzelnen Zellengruppen. Diejenige Zellengruppe, welche auf der Höhe der Lumbalanschwellung ungefähr die centrale Lage des Vorderhorns einnahm, naht sich jetzt der Peripherie, indem sie die Stelle zwischen den vorderen und hinteren seitlichen Zellengruppen nimmt. Tractus intermedio-lateralis Clarke und Processus reticularis sind schon auf der Höhe der Halsanschwellung, wenn auch nicht bedeutend entwickelt, aber deutlich genug, um aus der allgemeinen Masse der grauen Substanz abgetheilt zu sein. Dementsprechend kommt auch die oben genannte hintere seitliche Zellengruppe zum Vorschein. Um die graue Substanz des Rückenmarkes des Anencephalus mit der des normalen Kindes zu vergleichen, wurde dieselbe mit Hülfe eines Ocularmikrometers auf der Höhe der Cervical- und Lumbalanschwellungen und des mittleren Brusttheils der Messung unterworfen. Die Menge der Ganglienzellen beim ersten und zweiten war auf diesen drei Höhen gezählt und der erhaltene Unterschied ist in folgenden Zahlen ausgedrückt, wie es aus der Tabelle I zu sehen ist.

[1] Tractus intermedio-lateralis, Clarke. Mittleres Horn, Krause. Seitliches Horn, Reichert. Unterer Accessoriuskern, Krause.

[2] Dritte Säule, Stilling. Seitenhorn, Goll.

[3] Dorsalkerne, Stilling. Clarke'sche Säulen oder Stilling'sche Kerne, Kölliker. Respirationskerne, Krause.



Tabelle I,

welche das Verhältniss zwischen der Menge der Ganglienzellen der Vorder- und Seitenhörner des Anencephalus-Rückenmarkes und den Ganglienzellen der Vorder- und Seitenhörner des normalen zeigt.

Lumbal-anschwellung des anceph. Rückenmarkes		Lumbal-anschwellung des normalen Rückenmarkes		Dorsaltheil des anenceph. Rückenmarkes		Dorsaltheil des normalen Rückenmarkes		Cervical-anschwellung des anenceph. Rückenmarkes		Cervical-anschwelung des normalen Rückenmarkes	
Corn. sin.	Corn. dext.	Corn. sin.	Corn. dext.	Corn. sin.	Corn. dext.	Corn. sin.	Corn. dext.	Corn. sin.	Corn. dext.	Corn. sin.	Corn. dext.
39	27	48	43	8	12	7	7	38	28	72	108
41	38	47	45	3	9	14	13	44	42	81	93
45	51	56	57	3	3	9	10	23	36	106	91
42	43	46	46	4	7	5	9	48	29	77	66
38	39	63	51	10	4	10	6	41	32	77	74
42	36	58	45	7	7	8	8	27	46	90	64
31	33	85	93	6	8	10	8	44	42	44	63
26	39	80	92	1	7	12	14	43	51	60	62
Durchschnittszahlen von 16 Messungen											
38		59		6		8		38		76	

Aus dieser Tabelle erweist sich Folgendes: Das normale Rückenmark ist bedeutend reicher an Ganglienzellen als das des Anencephalus. Auf der Höhe der Lumbalanschwellung, wo die hinteren seitlichen Gruppen beim Anencephalus fehlen, übertrifft die Menge der Ganglienzellen des normalen Rückenmarkes ungefähr um $^1/_2$, auf der Höhe der Cervicalanschwellung, wo die genannten Gruppen beim Anencephalus vorhanden sind, um zweimal.

Aus den Messungen der grauen Substanz des anencephalen und des normalen Rückenmarkes ist folgende Tabelle erhalten:

Tabelle II, zur Fig. 1 und 2.

Verhältnisszahlen zwischen den transversalen und sagittalen Dimensionen.

Hartnack, Oc. 2, Syst. 2.

Lumbalanschwellung des Anencephalus.		Normale Lumbalanschwellung.	
Breite der grauen Substanz der Vorderhörner, von den Vordersträngen bis zur Peripherie.		Breite der grauen Substanz der Vorderhörner, von den Vordersträngen bis zu den gemischten Seitenstrangbahnen.	
sinister *a'—b'*	dexter *a—b*	sinister *a'—b'*	dexter *a—b*
4·5	5	6·6	6·7
·4·5	5	6·7	6·6
4·5	5·2	8	8
4·5	5	8	8·3

Länge der grauen Substanz der Vorderhörner, von der weissen Commissur bis zu den Vordersträngen.

sinister $c'—d'$	dexter $c—d$
2·5	2·6
2·4	2·1
2·8	2·4
2·3	2·3

Länge der grauen Substanz der Vorderhörner, von der weissen Commissur bis zu den Vordersträngen.

sinister $c'—d'$	dexter $c—d$
5·5	5·5
5·8	5·5
5·3	5·1
5·1	5

Dorsaltheil des Anencephalus.

Breite der grauen Substanz der Vorderhörner, von den Vordersträngen bis zur Peripherie.

sinister $a'—b'$	dexter $a—b$
2·5	2·3
2·5	2·3
2·5	2·3
2·4	2·4

Länge der grauen Substanz der Vorderhörner, von der weissen Commissur bis zu den Vordersträngen.

sinister $c'—d'$	dexter $c—d$
1·6	1·6
1·4	1·6
1·3	1·6
1·6	1·6

Normaler Dorsaltheil.

Breite der grauen Substanz der Vorderhörner, von den Vordersträngen bis zu den gemischten Seitenstrangbahnen.

sinister $a'—b'$	dexter $a—b$
2·5	2
2	2·5
2·4	2·2
2	2·5

Länge der grauen Substanz der Vorderhörner, von der weissen Commissur bis zu den Vordersträngen.

sinister $c'—d'$	dexter $c—d$
2·4	2·2
2·4	2·2
2·3	2·6
2·2	2·5

Cervicalanschwellung des Anencephalus.

Breite der grauen Substanz der Vorderhörner, von den Vordersträngen bis zur Peripherie.

sinister $a'—b'$	dexter $a—b$
5·3	5·2
5·3	5·3
5·3	5·1
5·3	5·3

Normale Cervicalanschwellung.

Breite der grauen Substanz der Vorderhörner, von den Vordersträngen bis zu den gemischten Seitenstrangbahnen.

sinister $a'—b'$	dexter $a—b$
7·2	7·3
7·5	7·6
8	8·1
8	8

Länge der grauen Substanz der Vorderhörner, von der weissen Commissur bis zu den Vordersträngen

sinister $c'—d'$	dexter $c—d$
1·9	1·8
1·7	1·7
2	1·6
1·8	1·9

Länge der grauen Substanz der Vorderhörner, von der weissen Commissur bis zu den Vordersträngen.

sinister $c'—d'$	dexter $c—d$
3·6	3·7
3·7	3.7
3·7	3·5
3·8	3·7

Breite der grauen Commissuren des Anencephalus.

$f—g$
0·7
0·8
0·7
0·8

Breite der grauen Commissuren des normalen Rückenmarkes.

$f—g$
1·3
1·3
1·4
1·4

2. Die weisse Substanz.

Die vorderen Wurzeln. — In der Lumbalanschwellung stellen sich dieselben als feine Bündel, aus feinen markhaltigen Fasern zusammengesetzt, vor. Diese Fasern richten sich nach den oben beschriebenen Zellengruppen, sind dünn und bestehen aus einer Reihe abgesonderter Punkte. Bei stärkerer Vergrösserung scheint es, als wenn kleine Perlen auf grauen Fäden aufgereiht sind. Die Bündel, deren Zahl auf dem normalen Praeparate unter 5—6 schwankt, schwanken hier unter 2—3. Im Brusttheile kann man kein Bündel und keine einzige Faser in den Vorderhörnern unterscheiden. In der Cervicalanschwellung sind die kleinen Fasern zahlreicher, sie vereinigen sich ebenfalls mit allen hier vorhandenen Zellengruppen. Nachdem die feinen Fasern die Zellengruppen in allen Richtungen durchschnitten haben, sammeln sie sich in mehr dicken Bündeln

Anencephalus.

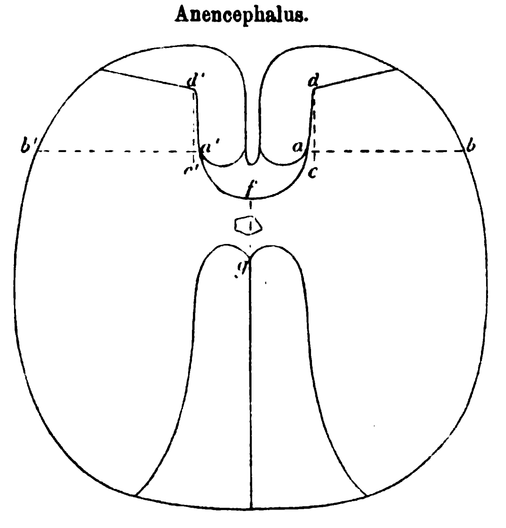


Fig. 1.

im oberen Theile der Vorderhörner und richten sich von da zu den vorderen Wurzeln.

Die hinteren Wurzeln. — In der Lumbalanschwellung sind dieselben unvergleichbar dicker, dem Caliber und der Menge nach bleiben

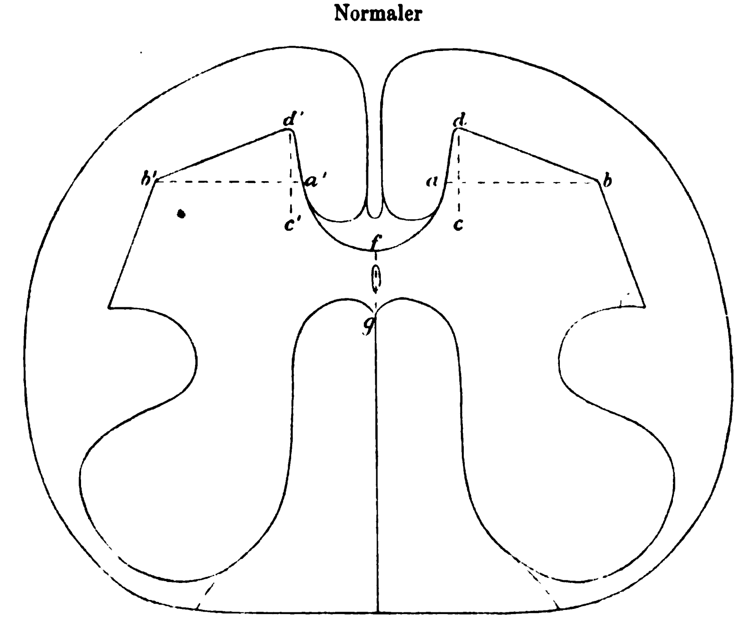


Fig. 2.

sie hinter dem normalen Praeparate zurück. Der laterale Theil der Hinterwurzeln, welcher sich durch bedeutend geringeres Caliber unterscheidet, fehlt. Die Randzone Lissauer's[1] fehlt demnach auch. Der mediale Theil, von bedeutend grösserem Caliber, ist allein vorhanden und nur derjenige Theil der Hinterwurzeln, welcher beim Ausgange aus dem Gebiete der Substantiae spongiosae des Hinterhorns des normalen Praeparates entsprechend sich bogenförmig in das Gebiet des Keilstranges wendet, wo er sich verliert.[2] Der hintere Theil des Hinterhorns, welcher der spongiösen Zone der gelatinösen Substanz von Lissauer entspricht, und ein aus feinen und groben Fasern bestehende Gebiet bildet (mehr lateral ausgebreiteter Theil

[1] Hinterwurzelgebiet der Seitenstränge, Bechterew.

[2] Einstrahlungsfasern, Lissauer. Innere Wurzelfasern, Kölliker. Strahlenfasern, Fromman. Abschnürungsbündel Schwalbe's, Lissauer. Es wird eine Fortsetzung dieser inneren oder groben Wurzelfasern bis zu dem Vorderhorn, den Zellen des Hinterhorns, der weissen Commissur und bis zu den Clarke'schen Säulen beschrieben.

des medialen oder gröberen Bündels[1]) und aus welchem die letzteren in die Substanz des Hinterhorns eintretend und die Randzone durchsetzend sich gerade durch die genannte spongiöse Zone und „typische“ gelatinöse Substanz in den hinteren Abschnitt der Substantiae gelatinosae begeben — fehlt auch. Nach der allgemeinen Ansicht der Autoren treten diese groben Bündel nicht in den Keilstrang und begeben sich, nachdem sie direct die gelatinöse Substanz durchsetzt haben, in den hinteren Abschnitt der spongiösen Substanz, wo sie in der Nähe der letzteren ihre Richtung aus der horizontalen in die longitudinale verändern. Darauf biegen sie sowohl nach aufwärts als nach abwärts um und bilden auf Querschnitten diejenige Gruppe aus quergeschnittenen Fasern, die unter dem Namen „aufsteigende Colonnen Clarke's“ von Deiters und „longitudinale Bündel der Hinterhörner“ von Kölliker bekannt sind. Die spongiöse Substanz des Hinterhorns enthält keine einzige Zelle, ist aber mit einer ziemlieh dicken Schicht feiner, kurzer Fäserchen und, wie die übrigen Theile des Praeparates, mit dicker, kernartiger Masse bedeckt. Die quergeschnittenen Bündel — die aufsteigenden Colonnen Clarke's — ordnen sich in der hinteren Abtheilung der spongiösen Substanz in Gruppen. An einigen Praeparaten kann man sehen, wie die Bündel, welche von den Keilsträngen ausgehen, verschwinden und in einiger Entfernung von ihnen quergeschnittene Bündel erscheinen.

Ueber den Brusttheil ist nichts Genaues zu sagen, da sowohl die Vorder- als auch die Hinterwurzeln nicht vorhanden sind und wegen der Abwesenheit der Clarke'schen Säulen fehlen auch die Fasern, welche aus ihnen entspringen. Auf der Höhe der Cervicalanschwellung verändert sich der Querschnitt in der Beziehung, dass ausser dem Theile des medialen, gröberen Bündels, der sich in das Gebiet des Keilstranges wendet, auch der mehr lateral gelegene Theil dieses letzteren erscheint und, mit groben Bündeln die gelatinöse Substanz des Hinterhorns durchsetzend, sich in die spongiöse Substanz begiebt. Dem entsprechend zeigen sich auch auf der Peripherie Bündel, welche aus der Substanz des Rückenmarkes, als eine hintere Wurzel desselben, herausgehen. In der Lumbalanschwellung kommen solche Bündel aus dem Rückenmark nicht zum Vorschein, sie sind nicht da. Auf dem äusseren Rande des Hinterhorns zeigen sich feine Fäserchen, die wahrscheinlich zu den Horizontalfasern der Randzone gehören. Die Randzone Lissauer's enthält feine Fasern, unter ihnen kommen auch grobe vor.[2] In der hinteren Abtheilung der spongiösen Substanz be-

[1] Meridianfasern, Schwalbe.

[2] Dass die Randzone Fasern auch von grösserem Caliber enthält, darauf war s. Z. von Lissauer aufmerksam gemacht: *Archiv für Psychiatrie*, Bd. XVII, S. 380.

finden sich quergeschnittene Bündel — aufsteigende Colonnen Clarke's. Hier sind sie stärker gefärbt, als in der Lumbalanschwellung. Die spongiöse Substanz ist mit einem dichten Netze feiner Fasern verflochten und da, wo sie mit den Fasern der vorderen weissen Commissur und mit denen des Vorderhirns in Berührung kommen, bilden sie ein allgemeines Netz.

Die weisse Commissur, wie es aus der nachstehenden Tabelle zu ersehen ist, ist viel schmäler als die normale. Man sieht, wie einzelne feine Fäserchen aus der medialen Zellengruppe des Vorderhorns herausgehend durch die weisse Commissur in das hintere Gebiet des entgegengesetzten Vorderstranges eingehen, wo sie, nach der Ansicht der Autoren, eine longitudinale Richtung einnehmen und aufsteigende Längsfasern desselben werden. Einige bilden, dem Scheine nach, eine Fortsetzung der vorderen Wurzeln, indem sie absteigen und sich in der weissen Commissur verlieren. Andere kommen, nach dem Heraustreten aus der weissen Commissur, mit dem Fasernetz der spongiösen Substanz des Hinterhorns in Verbindung. Die Schiefferdecker'schen Bündel, die den medialen Theil der Vorderstränge, die Pyramiden-Vorderstrangbahn mit der gekreuzten Seitenstrangbahn verbinden — fehlen, weil auch diese Bahnen ebenfalls nicht vorhanden sind.

Tabelle III, zu Figg. 3 und 4,

aus welcher das Verhältniss zwischen den transversalen und sagittalen Dimensionen der weissen Substanz des Rückenmarkes des Anencephalus und des normalen Kindes hervorgeht.

Hartnack, Oc. 2, Syst. 2.

Die Lumbalanschwellung des Anencephalus.		Die Lumbalanschwellung des normalen Rückenmarkes.	
Breite der Vorderstränge, von Fiss. long. ant. bis zu den Vorderhörnern.		Breite der Vorderstränge, von der Fiss. long. ant. bis zu den Vorderhörnern.	
sinister $a'—b'$	dexter $a—b$	sinister $a'—b'$	dexter $a—b$
0·9	0·8	1·5	1·4
0·9	0·8	1·5	1·5
0·8	1	1·3	1·5
0·8	1	1·6	1·4
Weisse Substanz vor der Peripherie der Vorderhörner.		Weisse Substanz vor der Peripherie der Vorderhörner.	
sinister $m'—n'$	dexter $m—n$	sinister $m'—n'$	dexter $m—n$
1·5	1·4	2·7	3
1·6	1·9	2·7	2·5
1·4	1·6	3	3
1·7	1·6	3	3

Breite der Hinterstränge oben, von der Fiss. long. post. bis zu den Hinterhörnern.

sinister $c'-d'$	dexter $c-d$
1·2	1
1·3	1
1	1·2
1	1·2

Breite der Hinterstränge unten.

sinister $e'-f'$	dexter $e-f$
4	3·4
4	3
3·8	3·5
3	3·5

Länge der Vorderstränge, von der weissen Commissur bis zur Peripherie.

sinister $g'-h'$	dexter $g-h$
3·6	3·8
3·7	4
3·8	3·8
3·7	4

Länge der Hinterstränge.

sinister $i'-j'$	dexter $i-j$
4·5	5
4·6	4·9
4·9	4·5
4·9	4·4

Breite der weissen Commissur.

$k-l$
0·4
0·5
0·5
0·6

Breite der Hinterstränge oben, von der Fiss. long. post. bis zu den Hinterhörnern.

sinister $c'-d'$	dexter $c-d$
1·4	1·2
1·5	1·5
1·7	1·6
1·6	1.6

Breite der Hinterstränge unten.

sinister $e'-f'$	dexter $e-f$
5·5	5
5·5	4·5
5	5
5	5

Länge der Vorderstränge, von der weissen Commissur bis zur Peripherie.

sinister $g'-h$	dexter $g-h$
7·5	8
8	7·5
8	8
8	8

Länge der Hinterstränge.

sinister $i'-j'$	dexter $i-j$
10	10
10	10
9·2	9·3
9·1	9·2

Breite der weisen Commissur.

$k-l$
1
1·2
1
1

Dorsaltheil des Anencephalus.

Breite der Vorderstränge, von der Fiss. long. ant. bis zu den Vorderhörnern.

sinister $a'-b'$	dexter $a-b$
0·6	0·6
0·6	0·5
0·6	0·5
0·6	0·6

Dorsaltheil des normalen.

Breite der Vorderstränge, von der Fiss. long. ant. bis zu den Vorderhörnern.

sinister $a'-b'$	dexter $a-b$
1·6	0·9
1·4	0·8
1·7	0·9
1·6	0·8

Weisse Substanz vor der Peripherie der Vorderhörner.

sinister $m'-n'$	dexter $m-n$
0·7	0·9
0·8	0·8
0·8	0·8
0·8	0·7

Breite der Hinterstränge unten.

sinister $e'-f'$	dexter $e-f$
2·6	3
2·9	3
2·2	3
3	3

Länge der Vorderstränge, von der weissen Commissur bis zur Peripherie.

sinister $g'-h'$	dexter $g-h$
2·2	2·3
2·1	2·4
2·3	2·3
2·4	2·4

Länge der Hinterstränge.

sinister $i'-j'$	dexter $i-j$
3·3	3·4
3·4	3·4
3·4	3
3·3	3·3

Cervicalanschwellung des Anencephalus.

Breite der Vorderstränge, von der Fiss. long. ant. bis zu den Vorderhörnern.

sinister $a'-b'$	dexter $a-b$
0·9	1
1	1
1	0·9
1·1	1

Weisse Substanz vor der Peripherie der Vorderhörner.

sinister $m'-n'$	dexter $m-n$
1·3	1·2
1·4	1·1
1·1	1·5
1·1	1·4

Weisse Substanz vor der Peripherie der Vorderhörner.

sinister $m'-n'$	dexter $m-n$
1·9	2·1
2	2·2
2·2	2
2·3	2

Breite der Hinterstränge unten.

sinister $e'-f'$	dexter $e-f$
4	4·5
4·5	4
4·5	4
4	4·5

Länge der Vorderstränge, von der weissen Commissur bis zur Peripherie.

sinister $g'-h'$	dexter $g-h$
4	4·2
4·3	4
4·3	4·2
4·4	3·8

Länge der Hinterstränge.

sinister $i'-j'$	dexter $i-j$
8·2	8
8·1	8
8	8·3
8·1	8

Cervicalanschwellung des normalen.

Breite der Vorderstränge, von der Fiss. long. ant. bis zu den Vorderhörnern.

sinister $a'-b'$	dexter $a-b$
2·8	2·1
2·8	2·1
2·8	2
2·7	2

Weisse Substanz vor der Peripherie der Vorderhörner.

sinister $m'-n'$	dexter $m-n$
3·5	2·8
3·4	2·8
3	3
3·2	3

Breite der Hinterstränge oben, von der Fiss. long. post. bis zu den Hinterhörnern.

sinister c'—d'	dexter c—d
1·3	1·5
1·3	1·5
1·6	1·3
1·5	1·3

Breite der Hinterstränge unten.

sinister e'—f'	dexter e—f
3·1	3·3
3	3·3
3·3	3·5
3·3	3.5

Länge der Vorderstränge, von der weissen Commissur bis zur Peripherie.

sinister g'—h'	dexter g—h
2·8	3
2·9	3
2·8	3
2·8	2·9

Länge der Hinterstränge.

sinister i'—j'	dexter i—j
6·3	6·4
6·3	6·5
6·4	6·4
6·5	6·4

Breite der weissen Commissur.

k—l
0·3
0·4
0·4
0·3

Breite der Hinterstränge oben, von der Fiss. long. post. bis zu den Hinterhörnern.

sinister c'—d'	dexter c—d
2·1	2·2
2·1	2·3
2·1	2·3
2·1	2·2

Breite der Hinterstränge unten.

sinister e'—f'	dexter e—f
5·5	5
5·5	5·1
4·9	5
4·9	5

Länge der Vorderstränge, von der weissen Commissur bis zur Peripherie.

sinister g'—h'	dexter g—h
6·5	6
6·2	6·2
5·8	6
5·7	6

Länge der Hinterstränge.

sinister i'—j'	dexter i—j
11·8	12
11·8	12
12	11·9
12	12

Breite der weissen Commissur.

k—l
0·7
0·7
0·6
0·6

Wir wenden uns jetzt zu der Untersuchung der Bahnen und werden gleichfalls mit der Lendenanschwellung anfangen. Hier können wir folgendes bestätigen: Mit Ausnahme der Bahnen der Vorder- und Hinterstränge fehlen alle übrigen. Was die Pyramiden-, Vorder-, Seiten-

strangbahnen wie auch die directe Kleinhirn-Seitenstrangbahn betrifft, so fehlen sie auf der ganzen Länge des Rückenmarkes. In Bezug auf die Vorderstränge ist nur zu sagen, dass sie überhaupt schmäler und kürzer als die normalen sind, was schon aus der vorstehenden Vergleichungstabelle klar zu sehen ist. Diese Beziehung bietet nichts Besonderes dar und es ist nur bemerkenswerth, dass der vordere Abschnitt, der mehr am vorderen Umfange des Rückenmarkes liegt, nicht so faserreich ist, wie der hintere. Dasselbe können wir auch von der Halsanschwellung sagen.

Anencephalus.

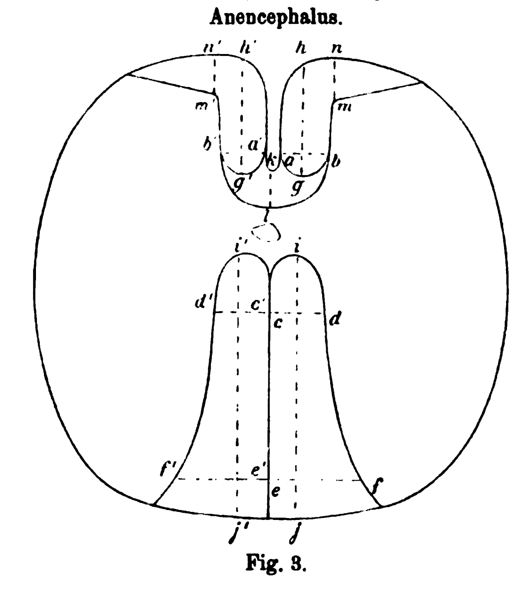


Fig. 3.

Normaler.

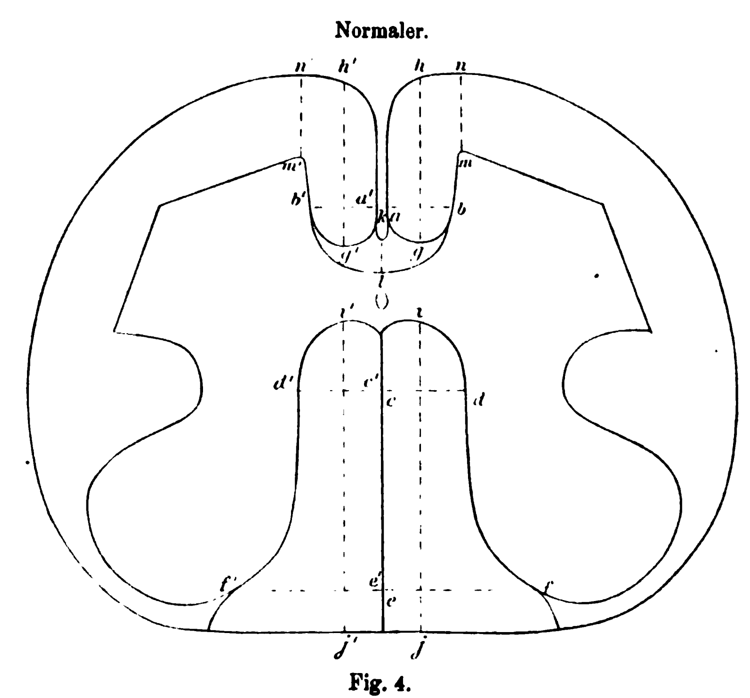


Fig. 4.

In dem Dorsaltheil ist die „Mikromyelie“ dieser Stränge sehr stark ausgedrückt, aber in Folge schwerer Tingirbarkeit der Schnitte dieses Theiles, übernehme ich nicht zu entscheiden, ob wir mit Folgen einer Verkümmerung oder Fähigkeitsverminderung zur Aufnahme der Farbe zu thun haben. Die Hinterstränge dagegen bieten eine scharfe Veränderung dar, dass sie wohl eine ausführliche Beschreibung verdienen. Die Hinterstränge der Lendenanschwellung bestehen aus drei Abtheilungen: aus den vorderen (1), hinteren (3) und inneren (2). Die erste besteht aus groben, dicken, sehr stark gefärbten Fasern; die dritte aus dünneren, schwächer gefärbten Fasern, doch kommen dicke Fasern vor (eine Mikromyelie in schwächerem Grade); und endlich zeigt die zweite eine Mikromyelie in sehr hohem Grade. Diese zweite Abtheilung besteht aus unentwickelten, leicht gefärbten Fasern, nur auf der mittleren Linie, in der Nähe der Fissura long. post. kommen einige stärker gefärbte Fasern vor. Dieser unentwickelte Theil hat eine elliptische Form, seine sagittale Dimension beträgt 8, seine transversale 5 Mikromillimeter.

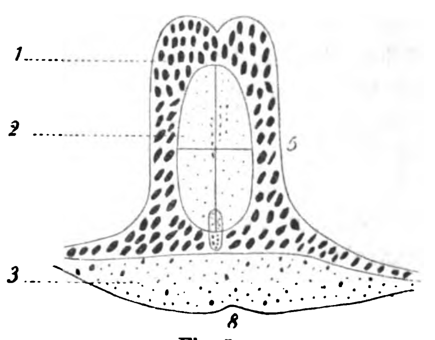


Fig. 5.

Die erste und zweite Abtheilung fehlen in der Halsanschwellung; die Hinterstränge, die Goll'schen wie die Burdach'schen, bestehen aus einigen nicht compacten, schwach gefärbten Fasern. Die vorhandene dritte Abtheilung zeigt dagegen auf eine schwächere Mikromyelie, hier findet man auch stark gefärbte Fasern, besonders an den Stellen, wo Fasern von grösserem Caliber vorhanden sind. Je mehr wir uns von der Cervicalanschwellung entfernen, desto mehr vermindern sich allmählich die Hinterstränge indem sie Fasern, welche den Centralcanal umbiegen, sich mit den gleichnamigen Fasern der anderen Seite kreuzen, auf die Fläche zwischen die Grundbündel der Vorderstränge sich legend und unter die Grundbündel der Vorderstränge sich verzweigen, abgeben. Sie bilden ein Fasersystem der sensiblen oder oberen Pyramidenkreuzung[1] analog, mit dem Unterschied, dass hier statt dicker compacter Bündel sehr dünne Fäserchen sind. Die Verkleinerung der Hinterstränge findet von der inneren, so wie auch von der äusseren, peripherischen Seite, von welcher sie sich stufenweise entfernen, statt. Die Hinterstrangfasern endigen nicht mit Kernen, aus welchen, wie angenommen wird, die Bündel der Olivenzwischenschicht

[1] Obere, feinbündelige, sensorische Pyramidenkreuzung, Meynert.

herauskommen, aber folgender Weise. Die Hinterstrangfasern, allmählich in die Schleife übergehend, lassen ein leeres, hellgraues, zellenloses, mit feiner kernartiger Masse bedecktes Feld hinter sich.

Die Grundbündel der Vorderstränge entfernen sich nach und nach von der Peripherie. Indem sie sich dem Centralcanal nähern, lassen sie nach sich einen grauen Reif, der sich stufenweise mit dem gegenüberliegenden Reife brückenartig verbindet. Diese Reifen vernichten auf diese Weise die vordere Längsspalte, welche von ihnen ausgefüllt wird. Sie stellen eine Art Vertiefung zwischen den beiden austretenden Vorderstrangbündeln vor, in welche die eben genannten Hinterstrangfäserchen nach der Kreuzung sich niederlegen. Auf der Höhe, wo die Kreuzung vollendet ist, verwandelt sich diese Vertiefung der Felge in die Raphe des verlängerten Markes.

Nur auf der Höhe der Cervicalanschwellung zeigt sich in der Seitenstrangabtheilung ein schmaler, weisser Saum, in der Art eines Reifes, welcher die graue Rückenmarksubstanz umsäumt. Wahrscheinlich sind das die Seitenstrangreste, d. h. die vordere gemischte Seitenstangzone und vielleicht auch die seitliche Grenzschicht der grauen Substanz. Auf der Höhe der sensiblen Kreuzung entfernt sich dieser Theil der Seitenstränge von der Peripherie, nähert sich dem Vorderstranggrundbündel, nimmt die Stelle der Vorderhörner ein und bildet die Substantia reticularis medullae oblongatae. Die Hinterstränge werden in Folge des Faserabganges in die sensible Kreuzung um die Hälfte kleiner. Auf dieser Höhe des Schnittes erscheint ein dickes Bündel von Nervenfasern, welches die graue Substanz um den Centralcanal nicht erreicht, sondern in der Nähe des Hinterhorns verläuft und sich gegen die Peripherie begiebt: es ist dem Anscheine nach die Wurzel des N. accessorii Willisii. Wenn wir noch höher untersuchen, sehen wir die Wurzel und dann die Kerne des N. hypoglossi. Der Kern des genannten Nerven enthält grosskörnige multipolare Zellen von mancherlei Form und Grösse, unregelmässig seitwärts des Centralcanals zerstreut. Nahe am Centralcanal laufen die ziemlich dicken Bündel des N. hypoglossi erst gleich der Raphe und in der Nähe der Peripherie biegen sie um, mit dem Unterschied, dass sie hier nicht über die abwesenden Oliven verlaufen. Noch höher nehmen der Kern und die Wurzeln des N. hypoglossi allmählich ab und verschwinden, wie die Vorderstranggrundbündel. Setzen wir die Untersuchung immer höher fort, so wird die Substantia ticularis immer schmäler, der Centralcanal schliesst sich zu und unweit und etwas höher von ihm öffnet sich ein anderer, welcher rasch ausdehnend sich in den vierten Ventrikel zu verwandeln scheint. Die Masse, die sich über ihm befindet, verwandelt sich in den oberen Wurm, der letztere enthält keine Fasern, keine Kerne und ist nur an der äusseren Contour dem Kleinhirn ähnlich. Das ganz obere Ende des Rückenmarkes, welches

unmittelbar in die Substantia medullo-vasculosa übergeht, stellt ein ganz formloses Gewebe vor, auf welchem nichts zu unterscheiden ist.

Wenn wir jetzt die erhaltenen anatomischen Ergebnisse aus der vorstehenden Untersuchung vereinigen, so werden wir zu folgendem Schlusse kommen: 1. Bei der Anencephalie fehlen einige Bahnen unbedingt. 2. Die gebliebenen Bahnen sind mehr oder weniger der Mikromyelie unterworfen. 3. Die unbedingt fehlenden Bahnen sind folgende: die Pyramiden-Vorder-Seitenstrangbahnen und die directe Kleinhirnseitenstrangbahn. 4. Der weisse Reif ist hinten am stärksten, die Hinterstränge, mit Ausnahme der inneren (2) Abtheilungen sind weniger, die Vorderstranggrundbündel am wenigsten der Mikromyelie unterworfen. In der grauen Substanz kann man auch eine merkbare Verminderung der Ganglienzellen beweisen. Als Ursache der Mikromyelie bei der Anencephalie sind locale Erkrankungen nicht nachzuweisen. Die unbedingt fehlenden Systeme: die Pyramiden-Vorder-Seitenstrangbahnen und die directe Kleinhirnseitenstrangbahn sind in directer und unmittelbarer Beziehung mit dem Gross- und Kleinhirn und ihre Entwickelung ist nur bei der Existenz derselben möglich. Die verschiedenen Systeme muss man in zwei eintheilen: in die existirenden und fehlenden. Man muss annehmen, dass die Entwickelung der existirenden Fasern mehr vom Rückenmarke, und die Entwickelung der fehlenden, deren Abwesenheit sich in der Form einer „Mikromyelie" ausdrückt, mehr von dem Gehirn abhängig ist. Zu den letzteren müsste man auch die innere (2.) Abtheilung der Hinterstränge (von elliptischer Form), welche wahrscheinlich mit dem Gehirn zusammenhängt, zurechnen. In der Cervicalanschwellung ist diese Abtheilung auf dem Querschnitt nicht mehr aufzufinden, wahrscheinlich nehmen seine Bündel in der Richtung zum Gehirn keine streng bestimmte Stelle ein, sondern verbreiten sich über die ganze Abtheilung der Hinterstränge und ihre Abwesenheit in der Cervicalanschwellung drückt sich in Form einer starken Mikromyelie aus. Die Hinterstränge sind auf gleiche Art der Mikromyelie unterworfen und es ist demgemäss nicht möglich, den Goll'schen von dem Burdach'schen Strang abzutheilen. Nach der letzten Untersuchung von Flechsig und Bechterew bestehen die Goll'schen und Burdach'schen Stränge aus langen Bahnen, welche mit dem Gross- und Kleinhirn in Verbindung treten. Auf Grund dieser Untersuchungen wird es klar, warum der Goll'sche Strang sich nicht von dem Burdach'schen durch seine Entwickelung sondert. Die Verkleinerung der Anzahl der nervösen Elemente weist ebenfalls auf den Umstand hin, dass auch ihre normale Entwickelung vom Grosshirn abhängig ist.

Ich will die Gelegenheit benutzen und noch einige Worte über die hinteren Wurzeln, aufsteigende Colonnen Clarke's und in Bezug zu der sensiblen oder oberen Pyramidenkreuzung hinzufügen. In der Lumbalanschwel-

lung, wo der mehr nach aussen gelegene Theil des medialen Bündels der hinteren Wurzeln des Anencephalus fehlt, fehlen ebenfalls die hinteren, aus dem Rückenmarke tretenden Wurzeln. Umgekehrt, in der Cervicalanschwellung, wo dieser Theil existirt, nachdem die hinteren Wurzeln sich beim hinteren Rande des Hinterhorns in ein gemeinsames Bündel vereinigt haben, schlagen sie durch und fast rechtwinkelig durch den hinteren hervorragenden Theil des Keilstranges, und kommen aus der Rückenmarkssubstanz heraus. Auf diese Weise kommen in die Bestandtheile der hinteren Wurzeln nur Fasern von dem mehr nach aussen gelegenen Theile des medialen Bündels, und Fasern des lateralen, von Bündeln, die sich durch ein geringeres Caliber auszeichnen. Der Theil des medialen Bündels, welcher aus der spongiösen Substanz des Hinterhorns in den Keilstrang hineingeht, kommt aus ihm nicht mehr heraus und kann sich mit den hinteren Wurzeln nur mittels der Zellen des Hinterhorns vereinigen.

Was die aufsteigenden Colonnen Clarke's betrifft, so, wie aus der vorstehenden Arbeit zu ersehen ist, setzen sie sich nicht, wie angenommen wird, aus dem äusseren Theil des medialen Bündels der hinteren Wurzeln (im Sinne von Schwalbe) zusammen; wenigstens nicht ausschliesslich auf die Rechnung der letzteren, sondern auch aus dem Theile des medialen Bündels, welcher in den Keilstrang hineingeht und in Folge Wechselung der Richtung aus der horizontalen in die longitudinale entstehen.

Wenn ich zum Schluss noch einige Punkte hervorheben sollte, so wären es folgende: 1. Ungeachtet der Abwesenheit des Athmungscentrums, wie es sich aus der mikroskopischen Untersuchung erwies, lebte der Anencephalus 17 Stunden 20 Minuten, was klinisch beobachtet wurde. Das berechtigt mich vorauszusetzen, dass ausser dem Athmungscentrum, dem Kerne N. vagus (accessorio-vagus) noch ein anderes, unbekanntes im Rückenmark liegendes Centrum vorhanden sei, welches einigermaassen und auf kurze Zeit das Athmungscentrum vertreten kann. 2. In Beziehung der streitbaren Frage über die Entstehung der Fasern der oberen oder sensiblen Pyramidenkreuzung. Das Ergebniss, welches aus den vorstehenden Befunden entspringt, ist folgendes: in den Bestandtheilen der sensiblen Pyramidenkreuzung kommt ein Theil, zwar ziemlich unbedeutender, der Hinterstrangfasern, welcher aber nicht in Vereinigung mit den Hinterstrangkernen kommt, unmittelbar in die Fasern der sensiblen Kreuzung übergeht und sich dann zum Gehirn begiebt.

Endlich ergreife ich mit Freuden die Gelegenheit, Hrn. Professor D. Zernoff meinen Dank auszusprechen: auf seine Anregung entstand die vorliegende Arbeit; dieselbe ist ja nur ein erster Versuch auf dem Wege der natürlichen mangelhaften Entwickelung das Gehirn zu erforschen, eine Methode, welche wahrscheinlich auch ihre Zukunft haben und ihren gehörigen Platz in der Wissenschaft einnehmen wird.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. XXIV.)

Fig. 1 1′. Querschnitt durch die Lendenanschwellung.

k = Substantia spongiosa.
e = das mediale innere Bündel der hinteren Wurzel durch grobe Fasern ausgezeichnet.
g = der laterale Theil desselben.
f = aufsteigende Colonnen Clarke's.
j = das äussere Bündel der hinteren Wurzel durch feine Fasern ausgezeichnet.
h = lateraler und medialer Theil der Randzone Lisssauer's.
i = Einschnitte Lissauer's.
m = mediale
la = vordere laterale
c = centrale
lp = hintere laterale
} Ganglienzellengruppen.

Fig. 2 2′. Querschnitt durch den mittleren Brusttheil.

CK = Clarke'sche Säule.
Die übrigen Buchstaben wie auf Fig. 1 1′.

Fig. 3 3′. Querschnitt durch die Halsanschwellung.

Die Buchstaben wie auf Fig. 1 1′.

Fig. 4 4′. Querschnitt durch die Medulla oblongata in der Gegend der sogenannten oberen Pyramidenkreuzung.

q = Vorderstrangreste.
r = obere sensible Pyramidenkreuzung (Decussatio lemnisci).
r′ = Hinterstrangfasern in die sensible Kreuzung übergehend.
r″ = Schleifenschicht.
s = Nucl. fün. ant.
t = N. XII.
p = Nucl. n. XII.
u = Directe Kleinhirnseitenstrangbahn.
v = Substantia gelatinosa mit Radix asc. n. V.
x = Kern des Keilstranges.
y = Kern des zarten Stranges.
x′ x″ = Hinterstrangreste.

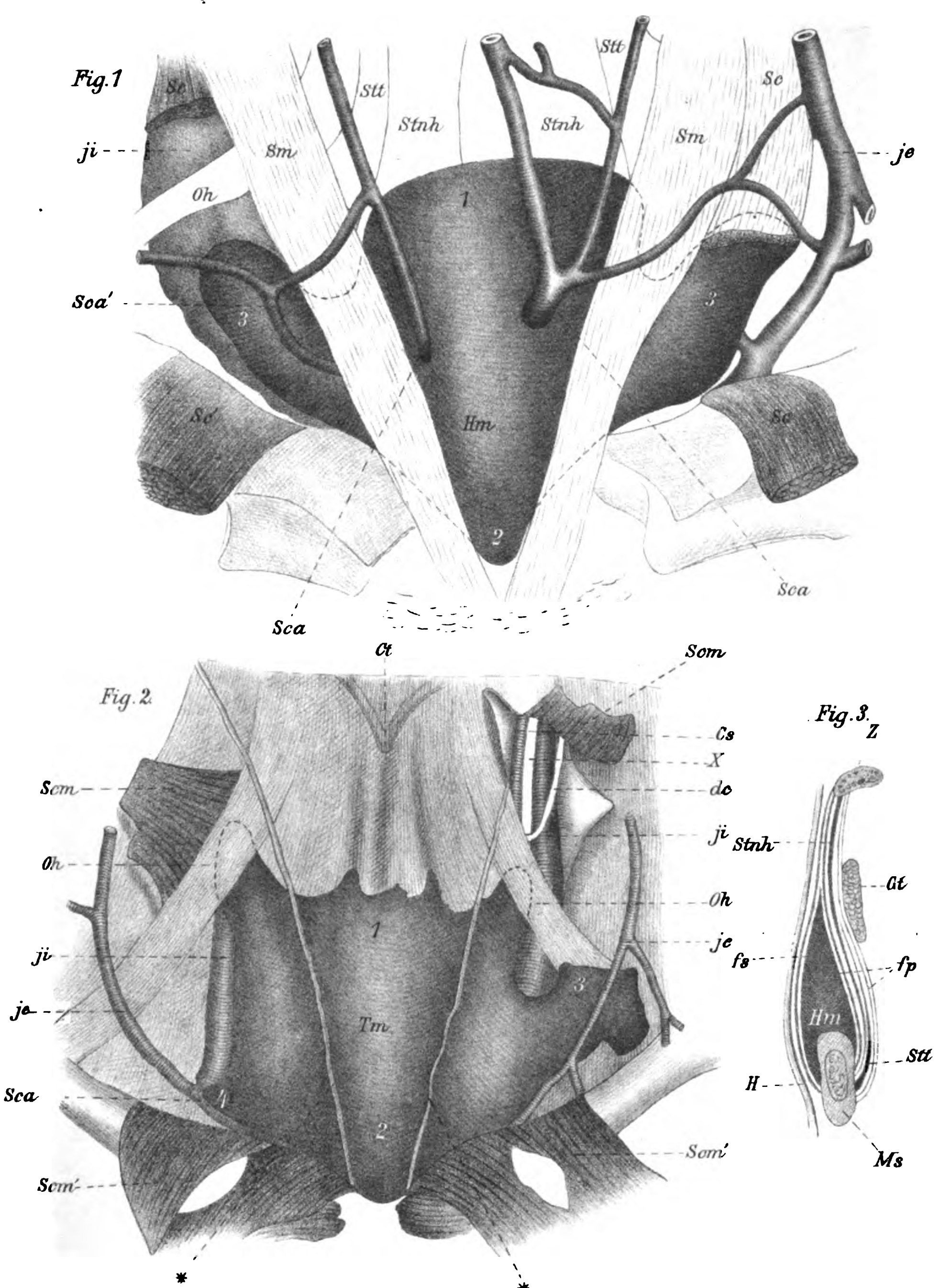
Fig. 5. Das ganz obere Ende des Rückenmarkes, welches unmittelbar in die Substantia medullo-vasculosa übergeht.

Vergrösserung: bei Figg. 1 und 2 etwa 12, bei Fig. 3 etwa 10, bei Fig. 4 etwa 8.

Vergrösserung: bei Figg. 1′ und 2′ etwa 12, bei Fig. 3′ etwa 9, bei Fig. 4′ etwa 10.

Die Ganglienzellen sind mit Syst. 4, Oc. 3, Hartnack gezeichnet.

Bemerkung: Figg. 1, 2, 3, 4 gehören dem Normalen.
Figg. 1′, 2′, 3′, 4′ und 5 gehören dem Anencephalus.

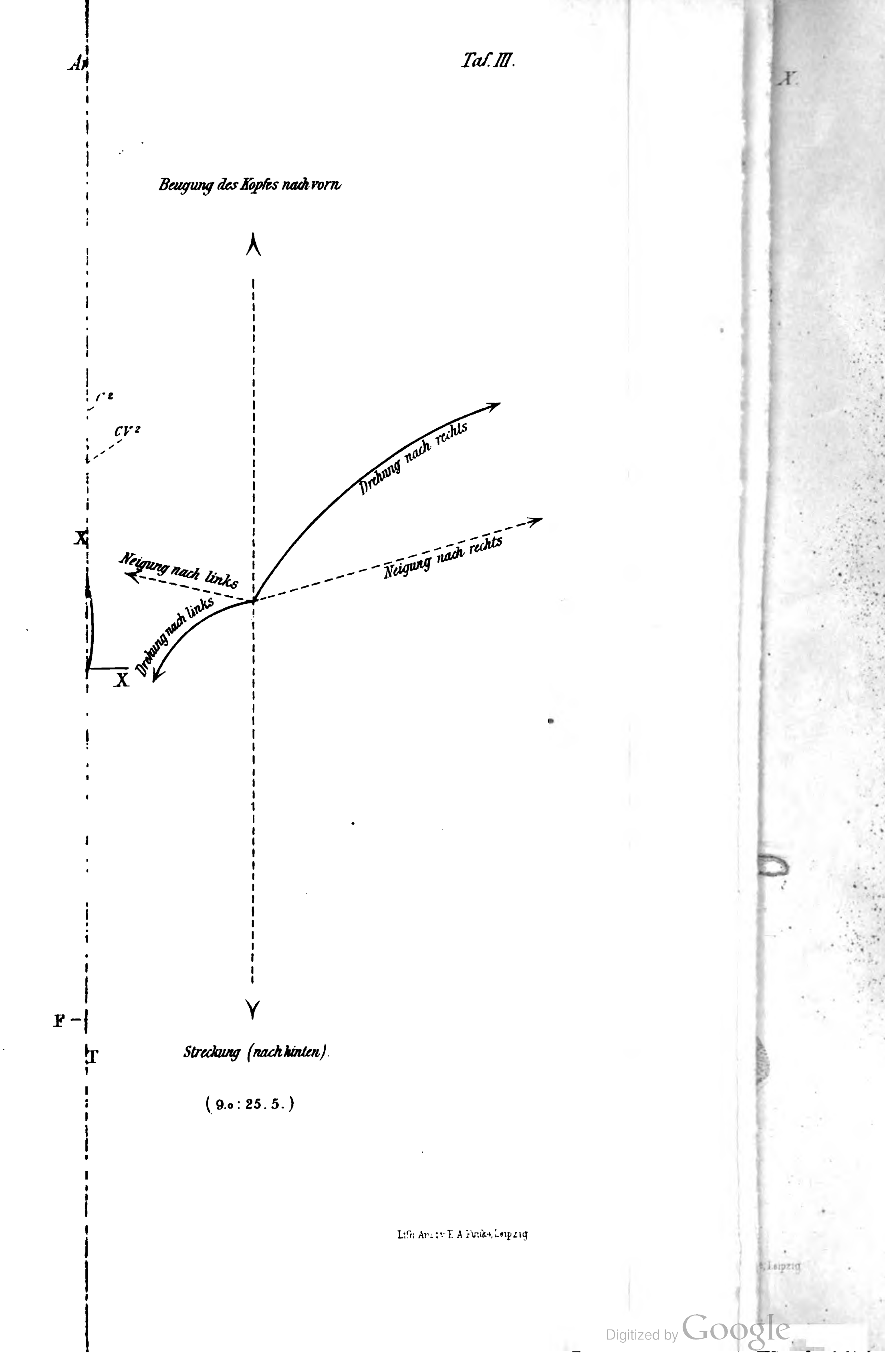


Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

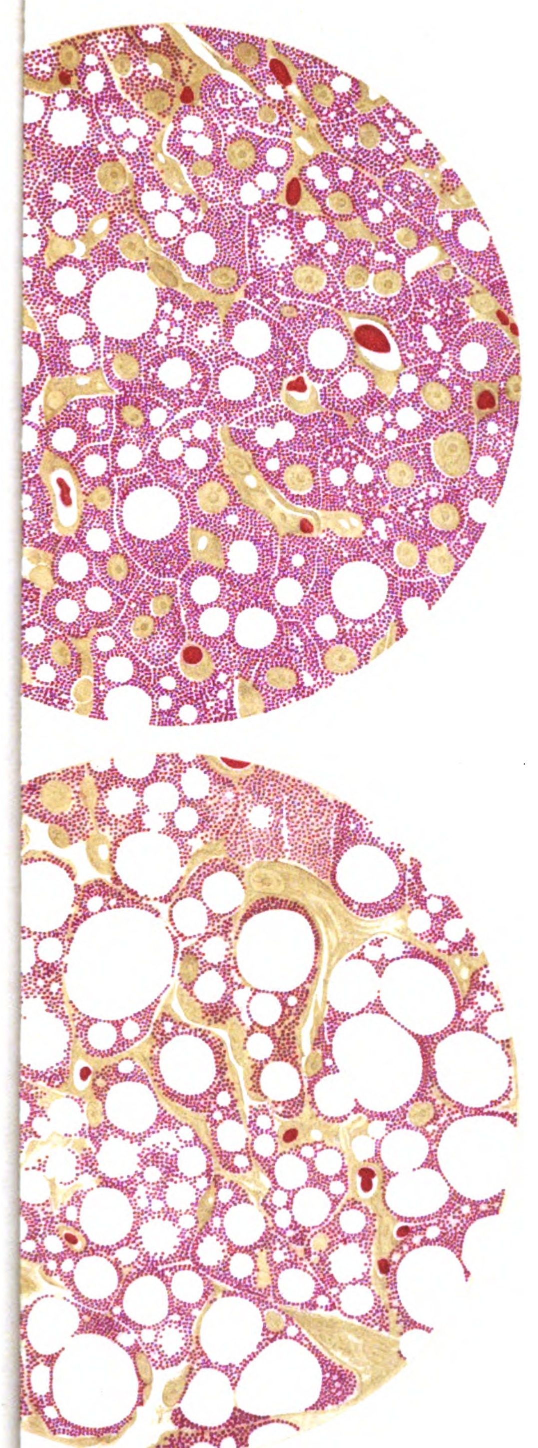
Verlag Veit & Comp. Leipzig.



Veit & Comp.



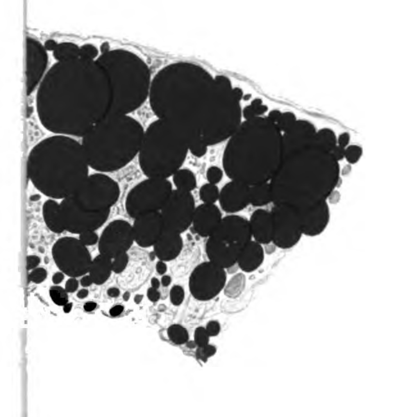
Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig



Lith.Anst.v. E.A. Funke, Leipzig.

Taf. V.

Lith. Anst. v. E. A. Funke Leipzig.



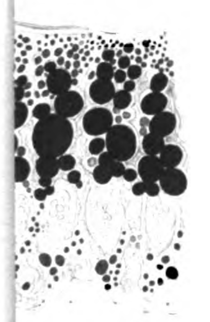


Fig. 9

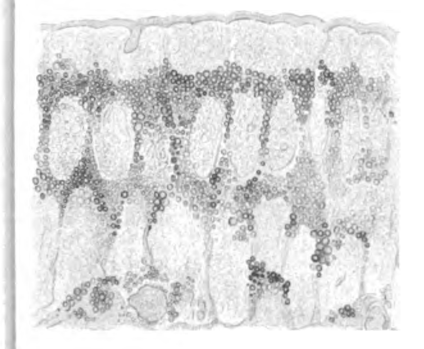


Fig. 8.

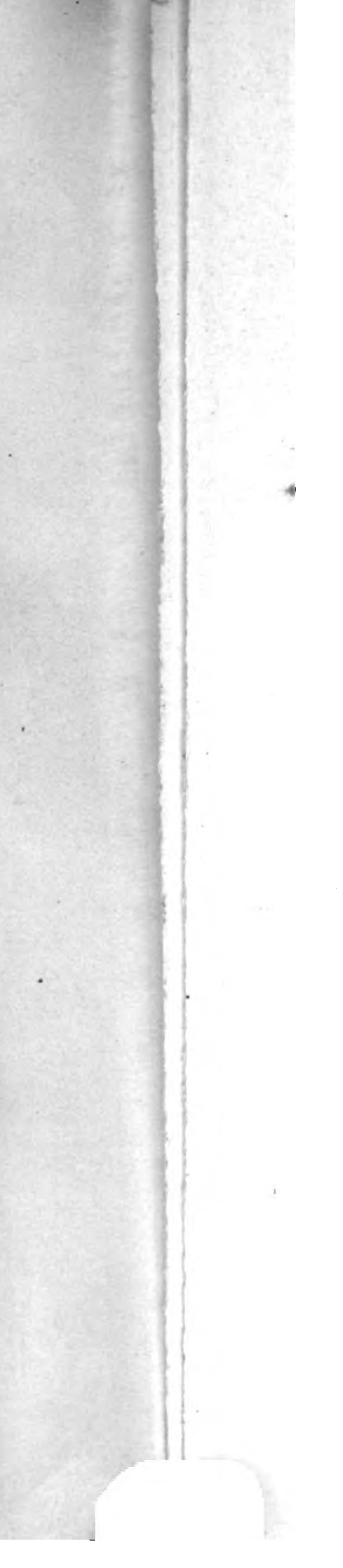
5.

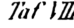
Fig. 6.

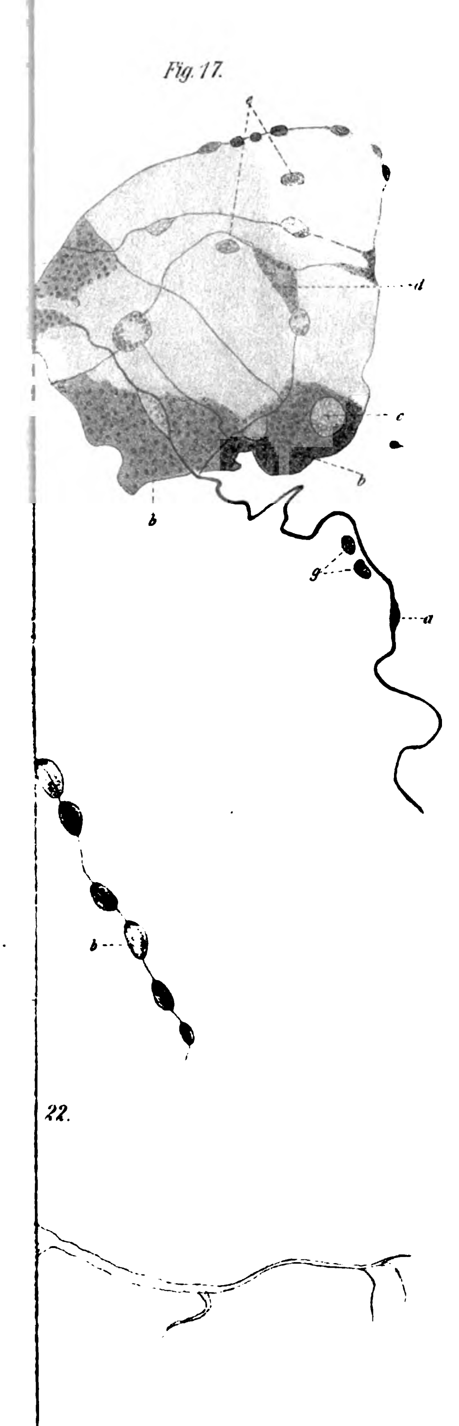
Lith. Anst. v. F. A. Funke, Leipzig.

10.

ke, Leipzig







Lith Anst v E A Funke Leipzig

Taf. X.

10.

ke, Leipzig

Taf. IX

Fig. 4.

e e' a b c d e' e Sp

Fig. 8.

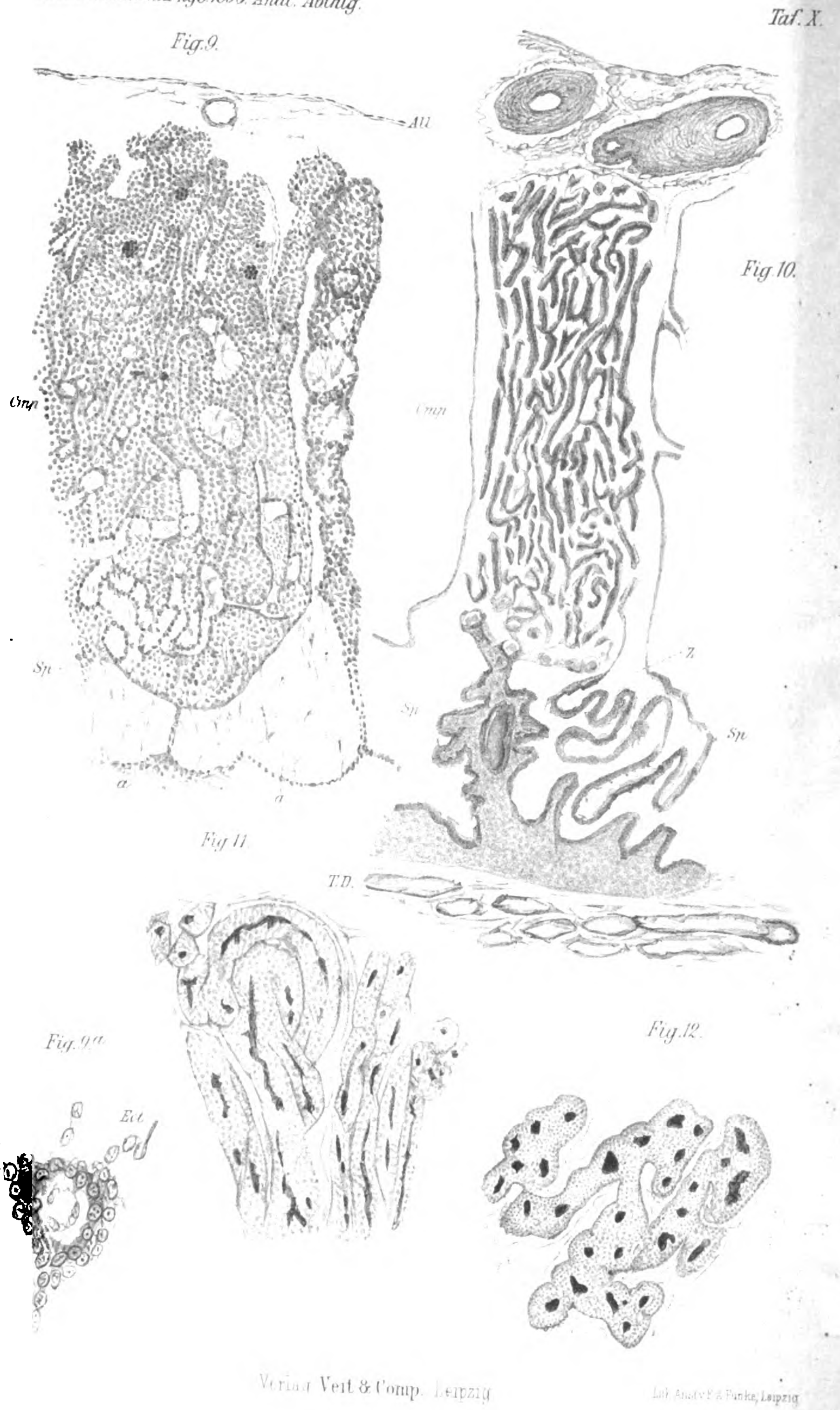
a a All All b S.H U.W.

Lith. Anst. v. F. A. Funke, Leipzig

Taf. X.

Fig. 10.

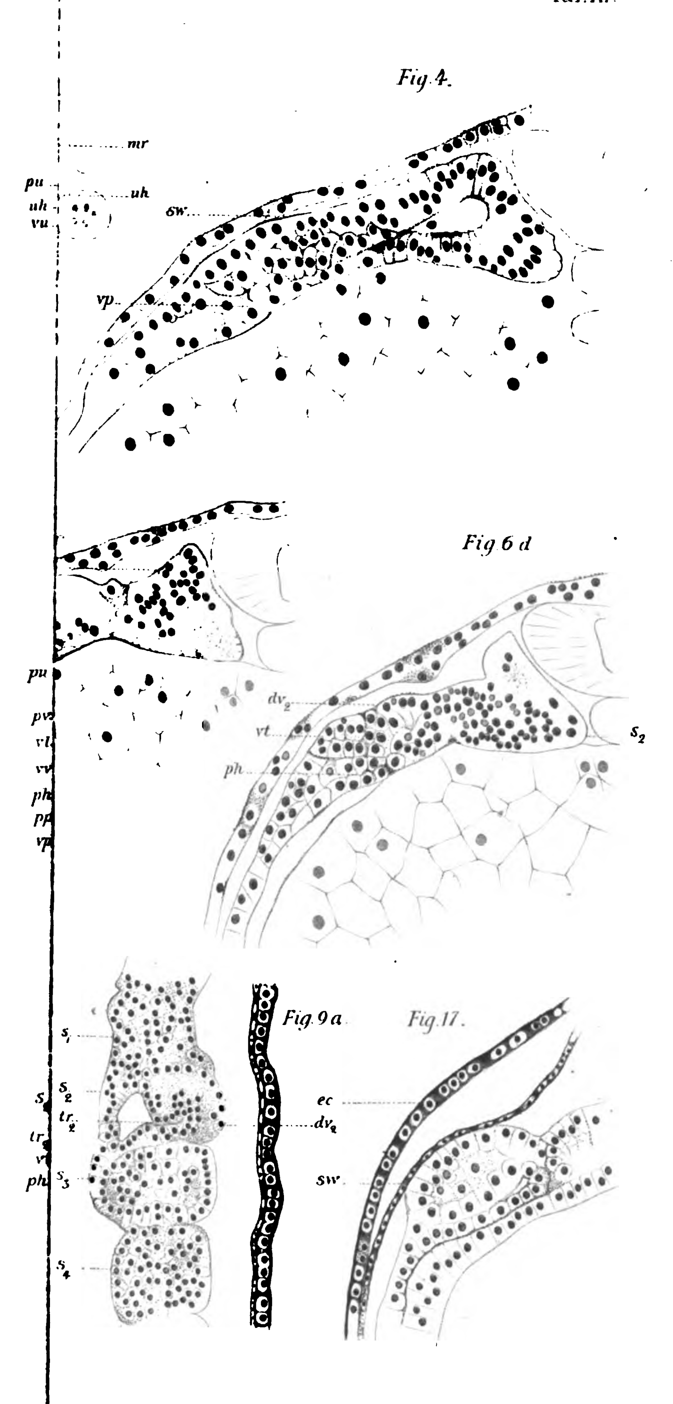
nke, Leipzig



Verlag Veit & Comp. Leipzig

Lith. Anst. v. F. A. Funke, Leipzig

Taf. XI.

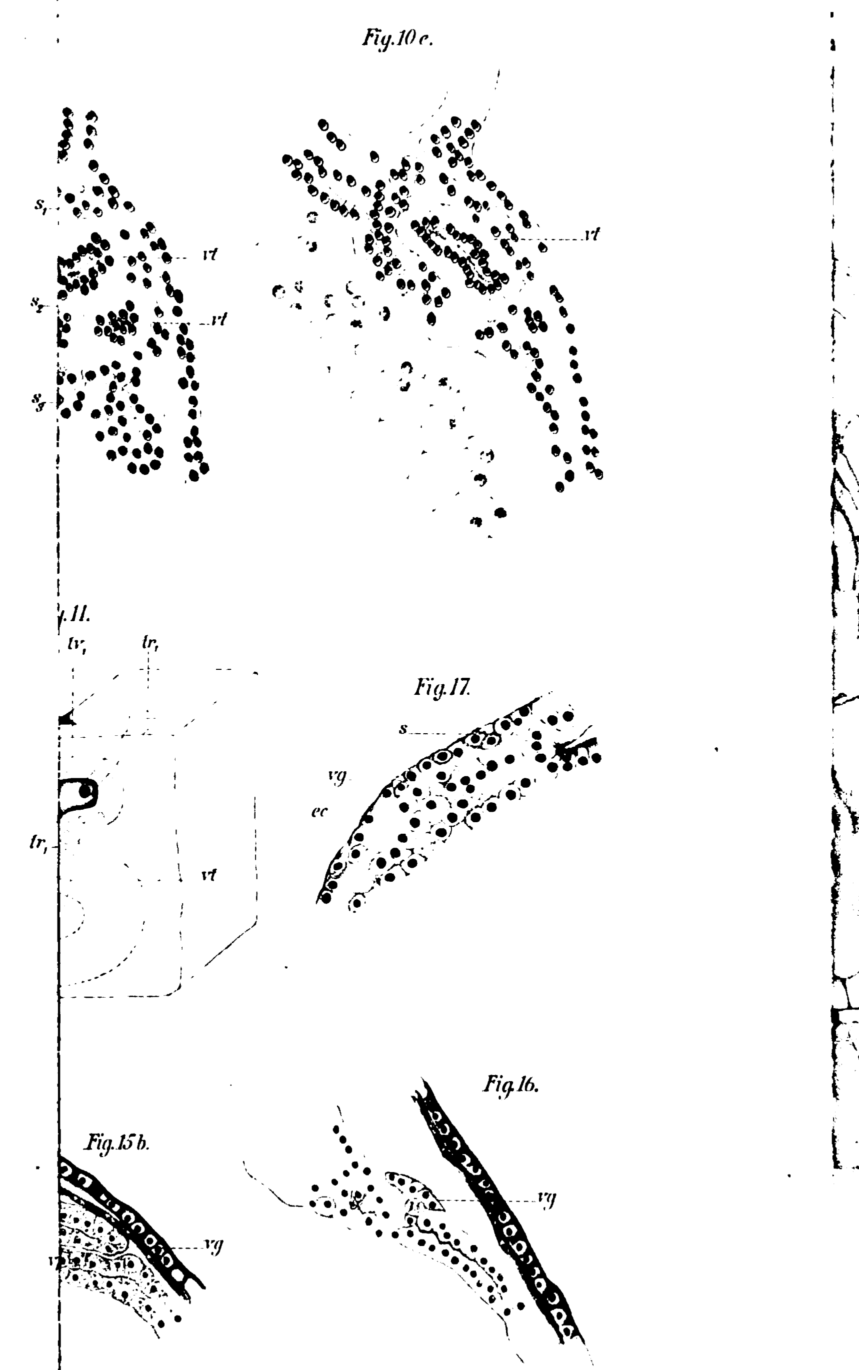


Lith. Anst. v. A. Funke, Leipzig

Taf. XVI.

m

Lith. Anst. v. A. Funke, Leipzig


Fig. 10 e.
vt
vt
vt
s_1
s_2
s_3
Fig. 11.
tr_1
tr_1
tr_1
vt
Fig. 17.
s
vg
ec
Fig. 16.
vg
Fig. 15 b.
vg

ig 5

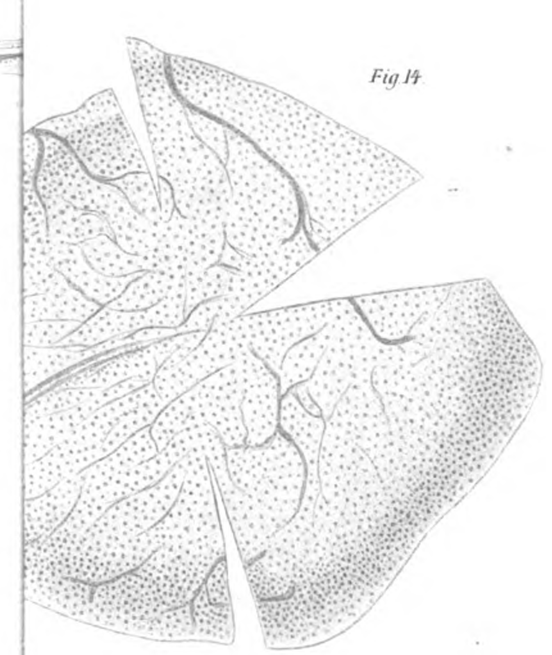
St c

Fig. 6.

St c

Fig

Fig 14



m

Lith.Anst.v.E.A.Funke L.

E.A.Funke, Leipzig

Taf. XIV.

Fig. 12.

b
a
D.
M.
En
Bl.
Bl
M'

Fig. 13.

Edt.
Bl.
M.
En.

Fig. 17a.

Fig. 17b.

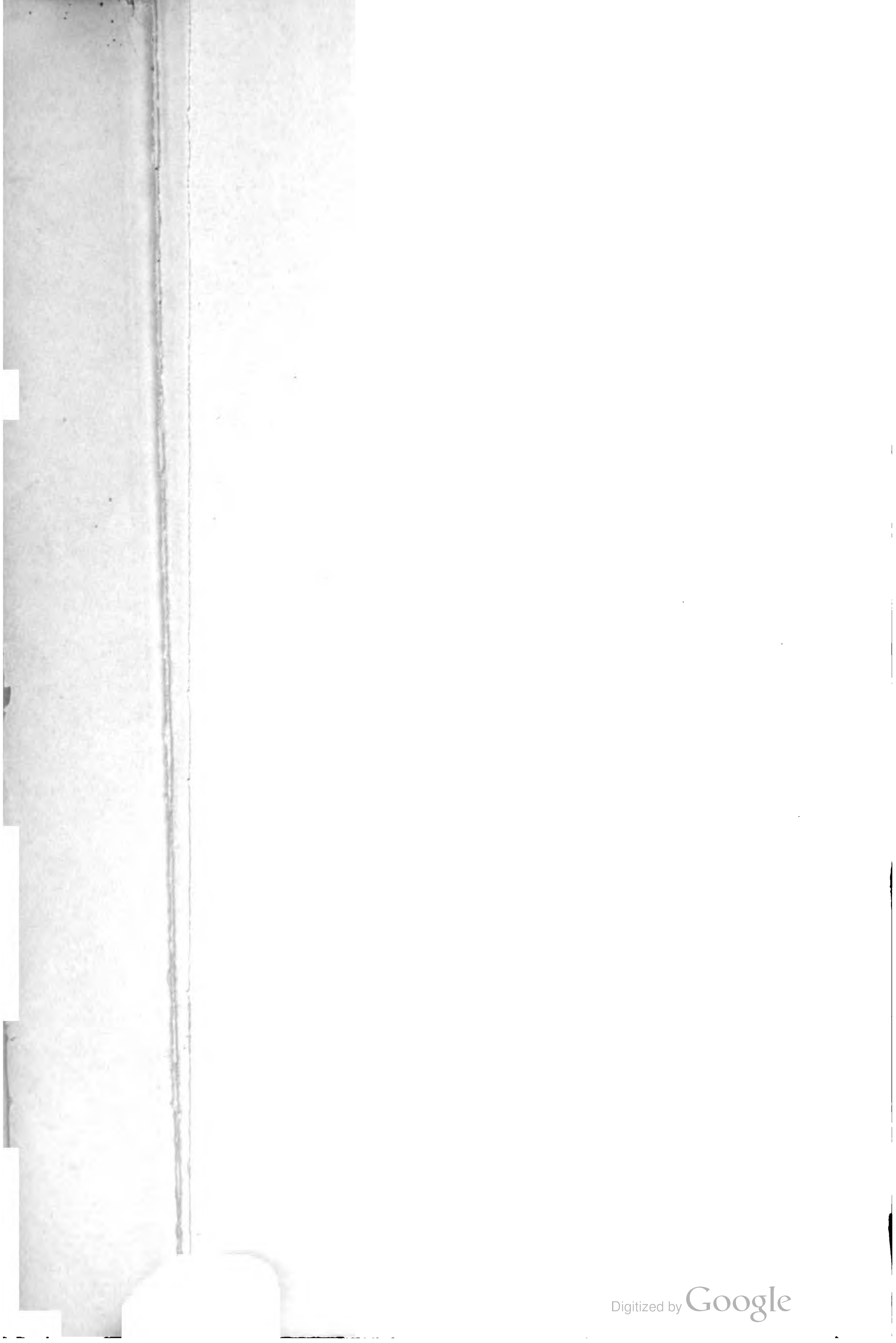
Fig. 18b.

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig

Taf. XVI.

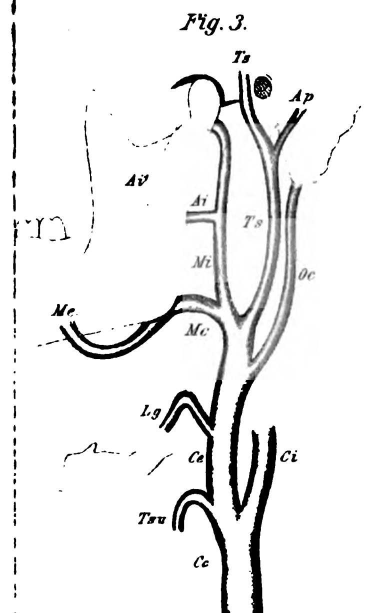
m

v. E. A. Funke, Leipzig.

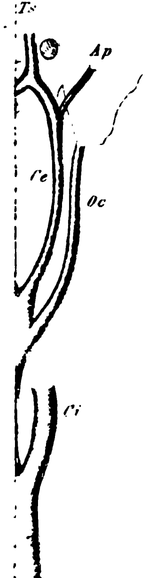


Taf. XV.

Fig. 3.



4.



Lith. Anst. v. F. A. Funke, Leipzig

Taf. XVI.

m

...v. F. A. Funke, Leipzig.

Fig. 1. a.

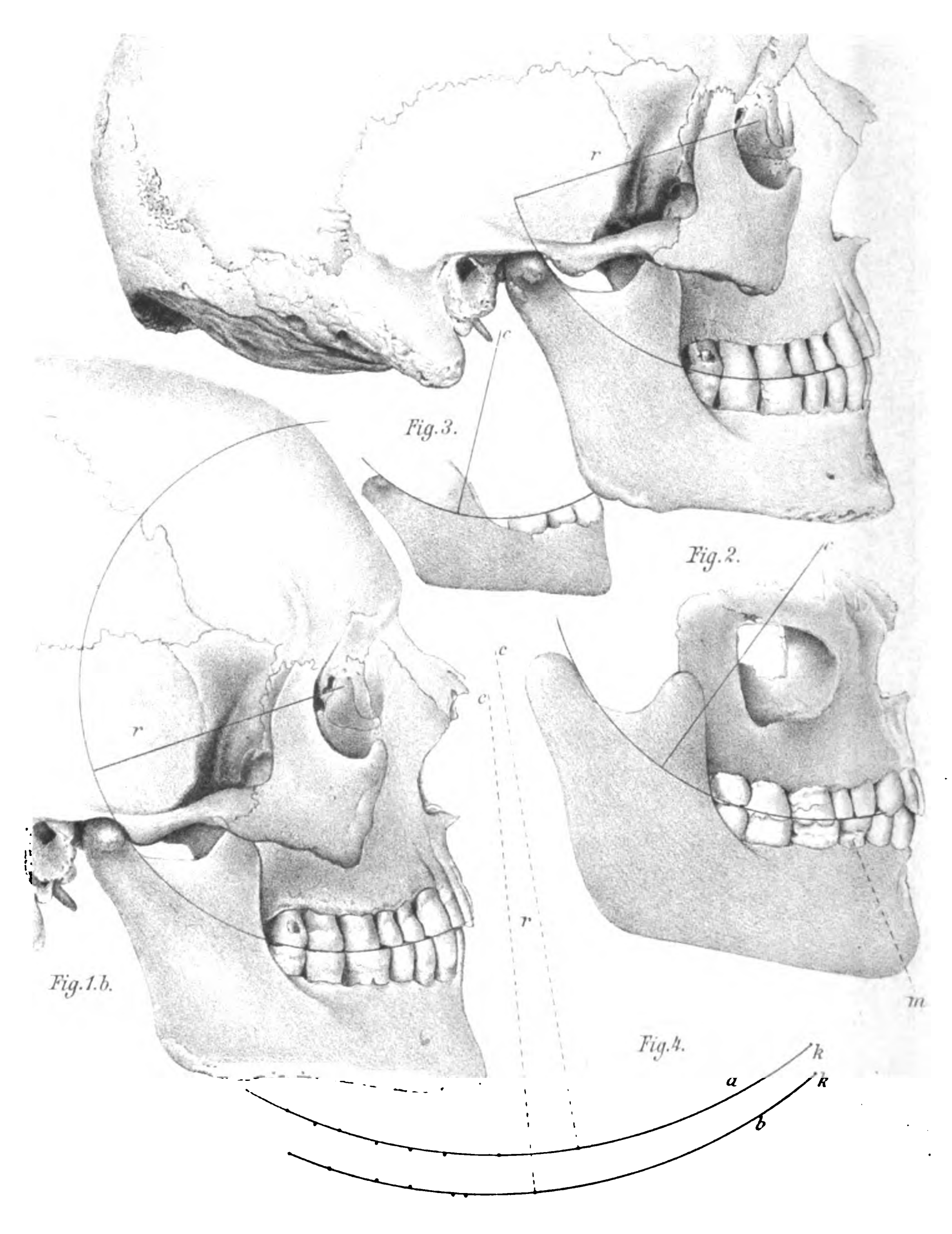


Fig. 2.

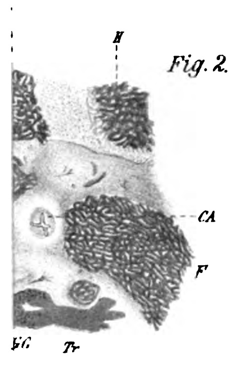
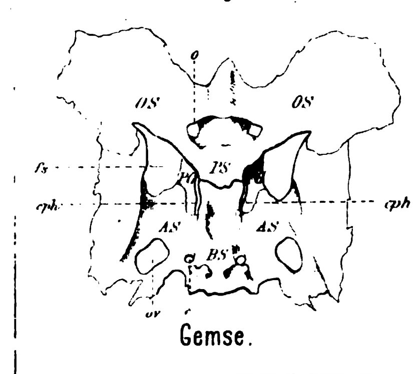


Fig. 7.

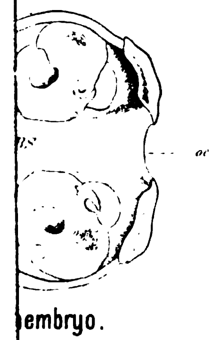


Gemse.

Fig. 13.

FR
FR
POF
POF
OS
OS
PA
PA
co
co
PO
PO
BS

Eidechse.



embryo.

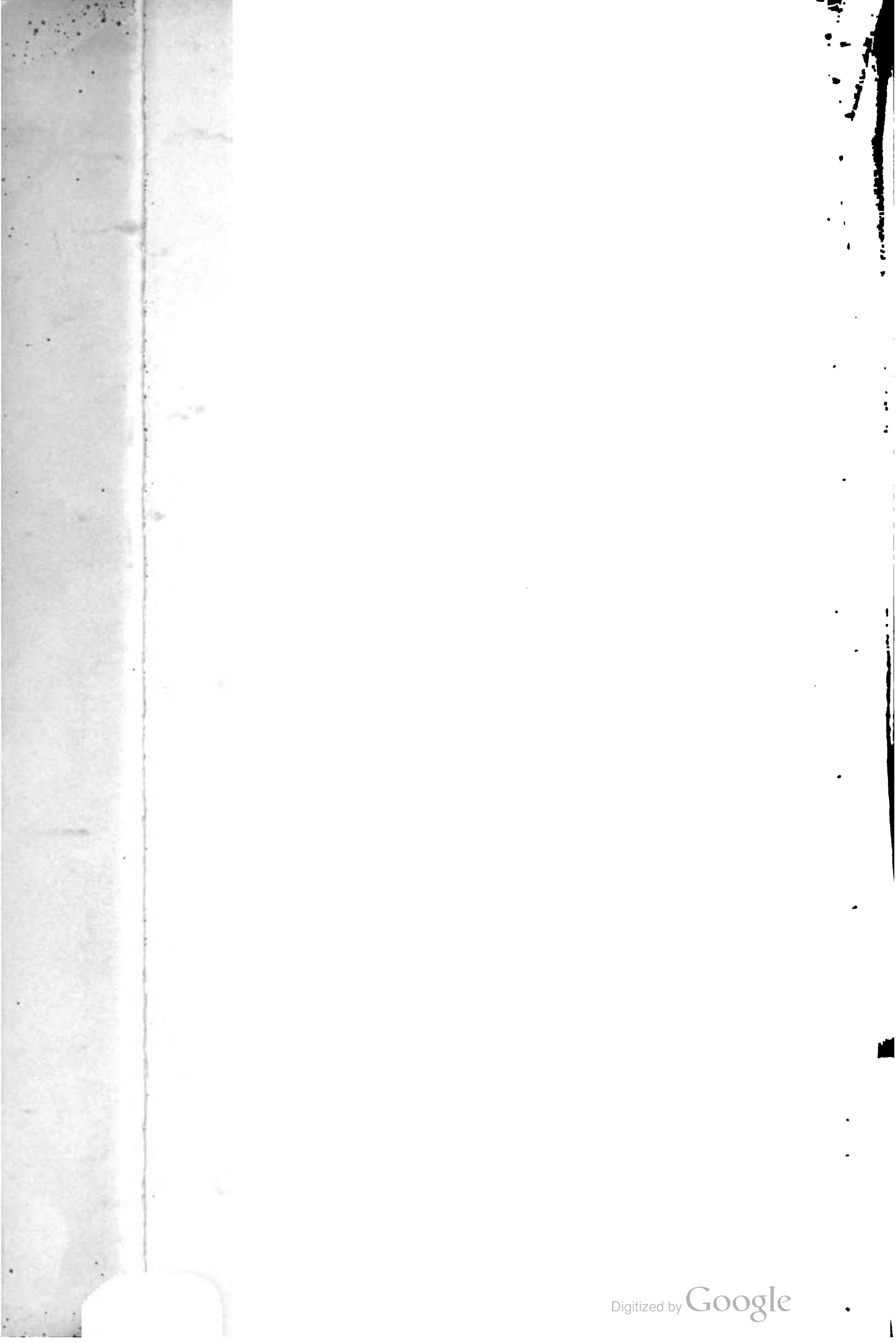
Taf. XXIII.

— $A_1 U$
— $B_1 U$
— $C_1 U$
— $A_2 U$
— $B_2 U$
— $C_2 U$

V

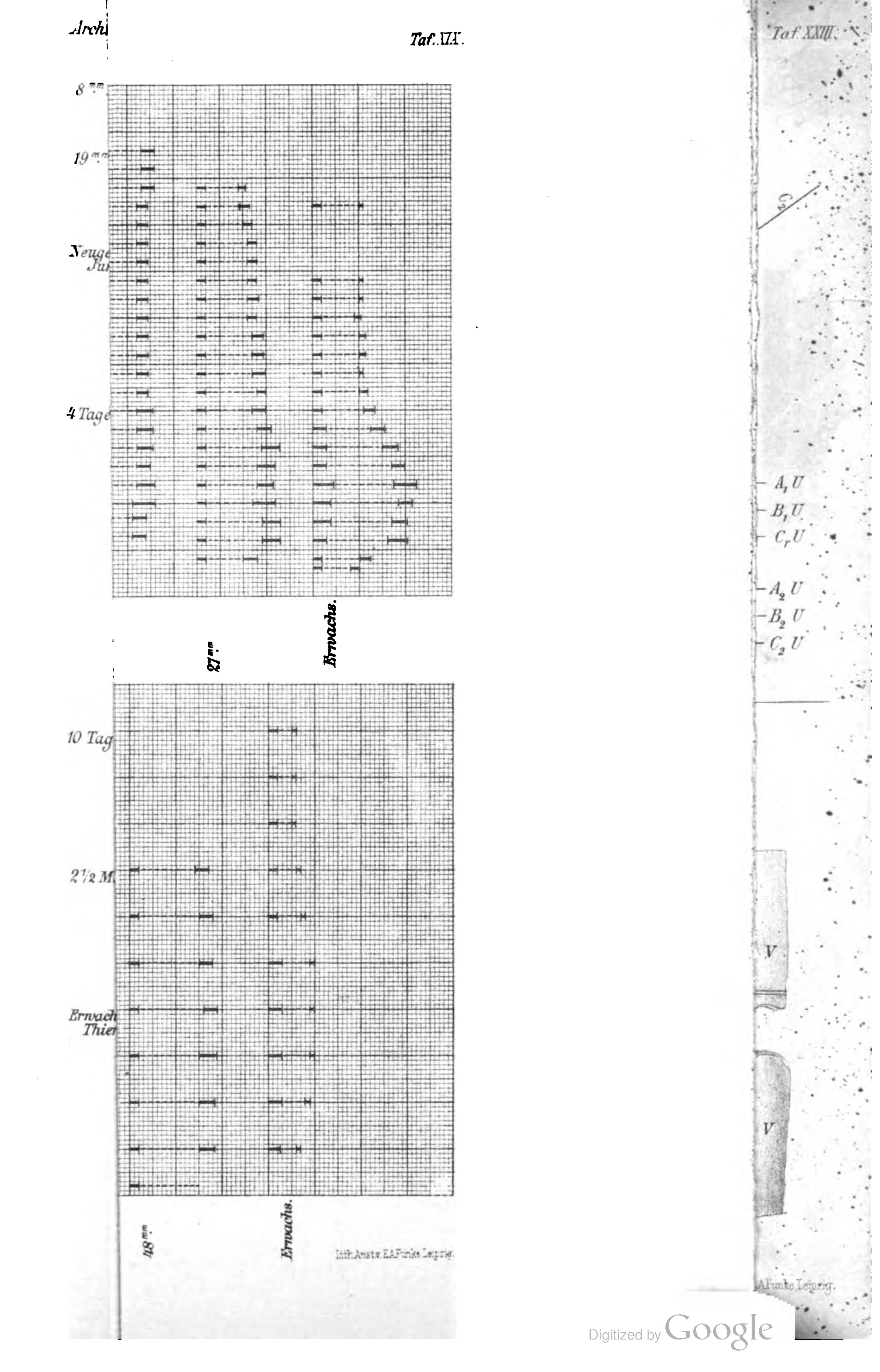
V

E.A.Funke Leipzig.

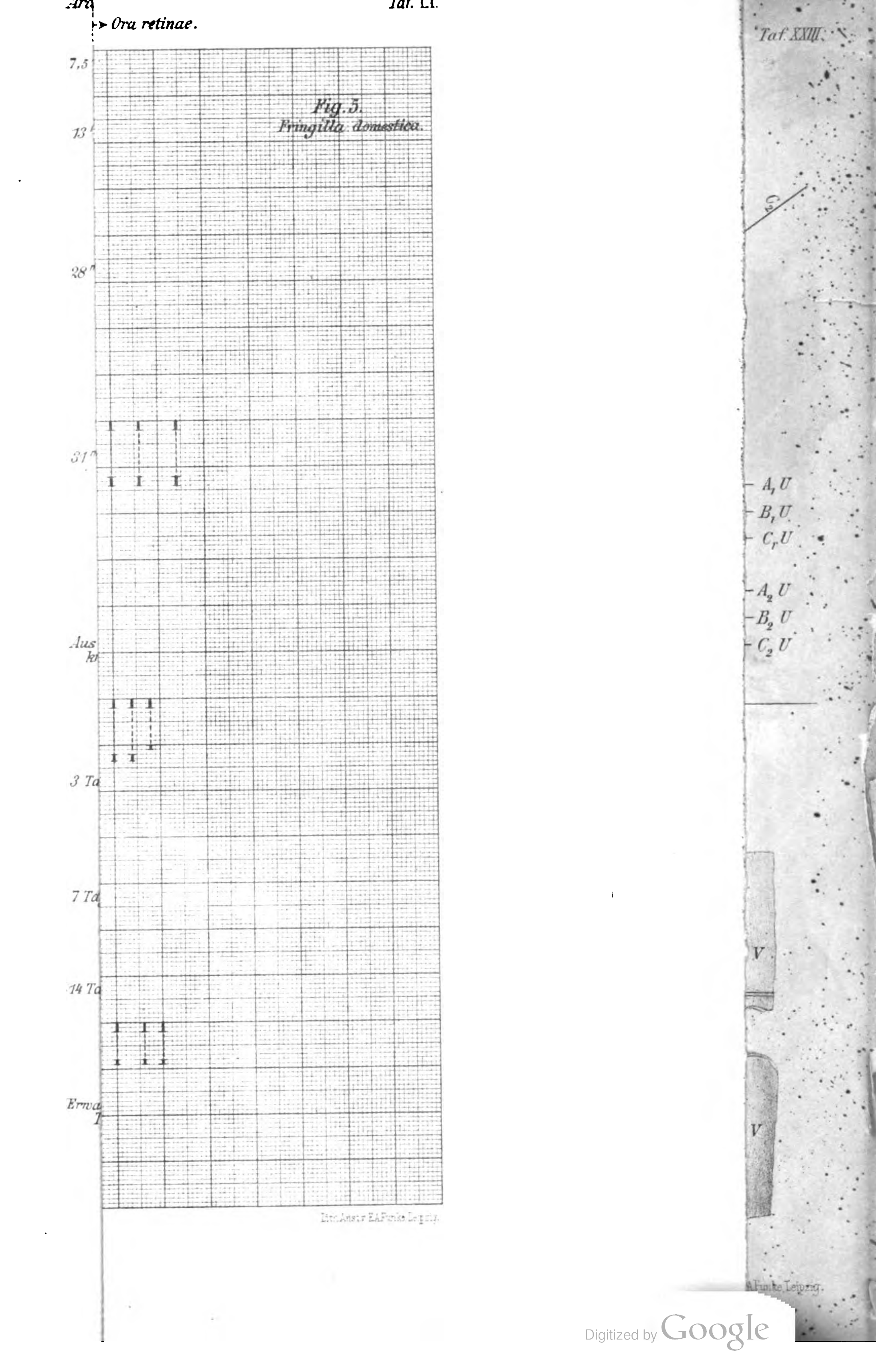


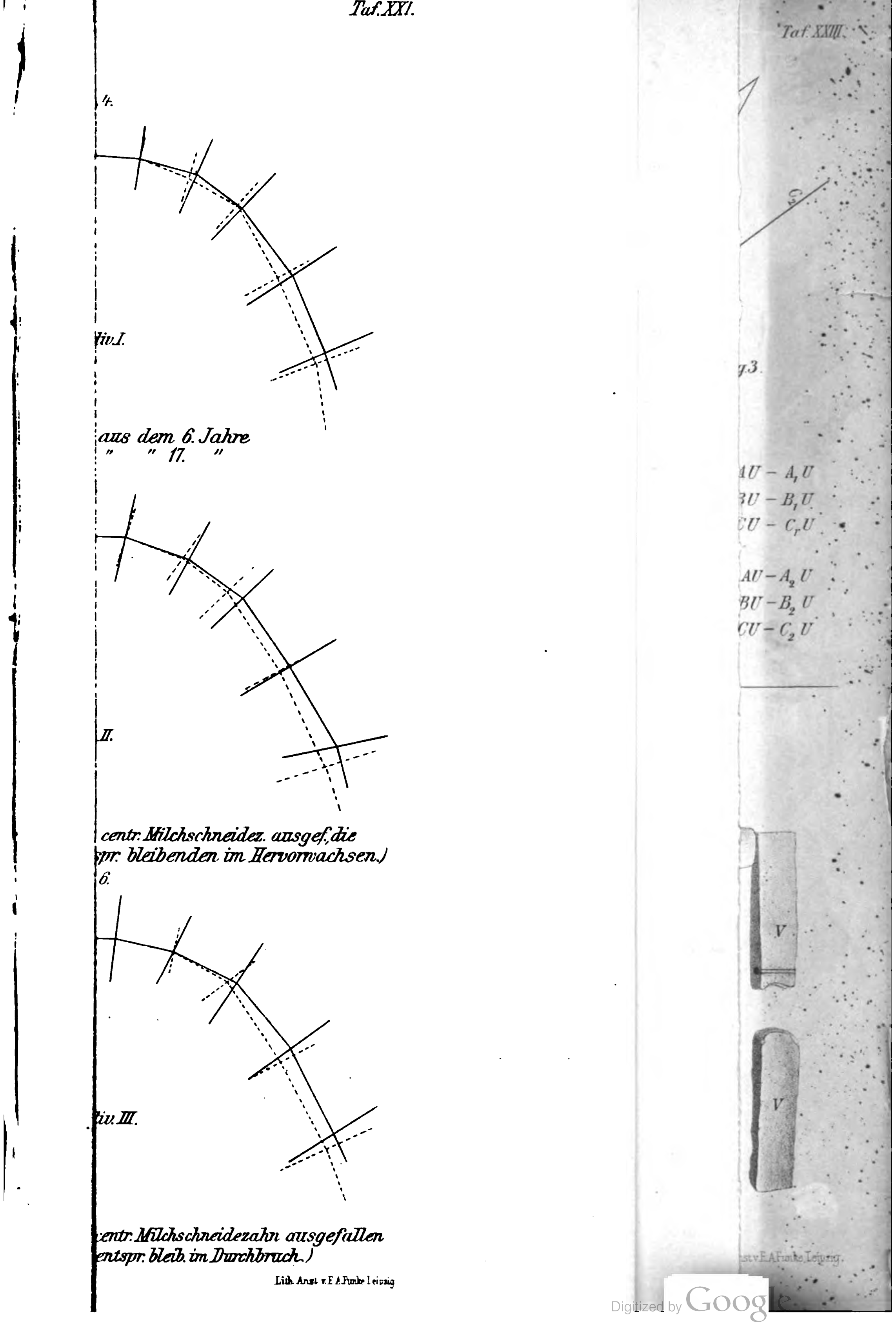


Taf. XVIII.
Fig. 13.
opt
salis.
Fig. 14.
Fig. 15.
Lith Anst. v. E. A. Funke, Leipzig
Taf. XXIII.
A, U
B, U
C, U
A2 U
B2 U
C2 U
V
V
A. Funke, Leipzig.



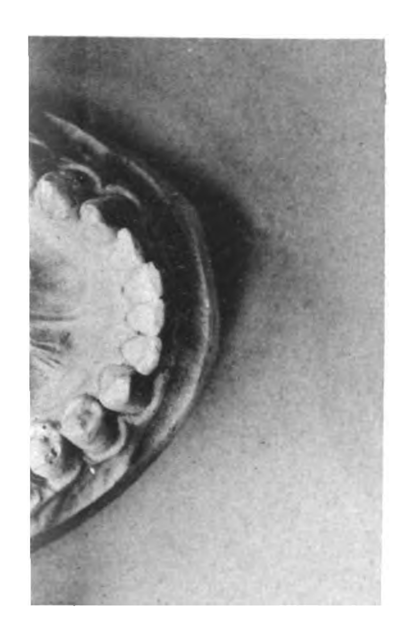
Taf. XX.
8 mm
19 mm
Neuge
Jun
4 Tage
27 mm
Erwachs.
10 Tag
2½ M
Erwach
Thier
48 mm
Erwachs.
Lith.Anst.v. E.A.Funke Leipzig.
Taf. XXIII.
C_2
$A_1 U$
$B_1 U$
$C_1 U$
$A_2 U$
$B_2 U$
$C_2 U$
V
V
A.Funke Leipzig.


Taf. LI.
Ora retinae.
7,5
13
28
31
Aus
3 Ta
7 Ta
14 Ta
Erwa
Fig. 5.
Fringilla domestica.
Taf. XXIII.
$A_1 U$
$B_1 U$
$C_1 U$
$A_2 U$
$B_2 U$
$C_2 U$
V
V


Taf. XXI.
4.
iv. I.
aus dem 6. Jahre
" " 17. "
II.
centr. Milchschneidez. ausgef. die
spr. bleibenden im Hervorwachsen.)
6.
iv. III.
centr. Milchschneidezahn ausgefallen
entspr. bleib. im Durchbruch.)
Lith. Anst. v. F. A. Funke Leipzig
Taf. XXIII.
C_2
g. 3.
$AU - A_1U$
$BU - B_1U$
$CU - C_1U$
$AU - A_2U$
$BU - B_2U$
$CU - C_2U$
V
V
st. v. F. A. Funke, Leipzig.

Taf. XXII.





Phot. u. Lichtdruck v. Julius Klinkhardt, Leipzig.

Taf. XXIII.

Fig 3.

$= AU - A_1 U$
$= BU - B_1 U$
$= CU - C_1 U$

$= AU - A_2 U$
$= BU - B_2 U$
$= CU - C_2 U$

V

V

Anst. v. E. A. Funke Leipzig.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

$$a\,\alpha_1 = AU - A_1U$$
$$a\,\beta_1 = BU - B_1U$$
$$a\,\gamma_1 = CU - C_1U$$

$$a\,\alpha_2 = AU - A_2U$$
$$a\,\beta_2 = BU - B_2U$$
$$a\,\gamma_2 = CU - C_2U$$

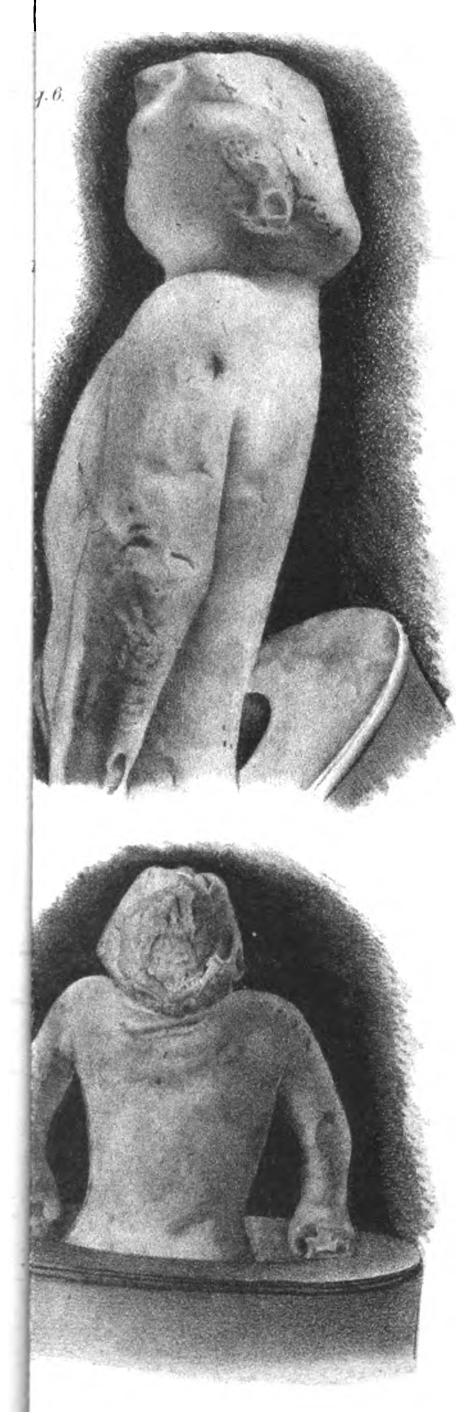
Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

══ deuten die Höhe des Seilansatzes an.

Veit & Comp.



Lith.Anst.v.E.A.Funke,Leipzig.

Inhalt.

Seite

Die Herren Mitarbeiter erhalten *vierzig* Separat-Abzüge ihrer Beiträge gratis.

Beiträge für die **anatomische Abtheilung** sind an

Professor Dr. **W. His** oder Professor Dr. **W. Braune**
in Leipzig,

Beiträge für die **physiologische Abtheilung** an

Professor Dr. **E. du Bois-Reymond**
in Berlin, N.W., Neue Wilhelmstrasse 15,

portofrei einzusenden. — **Zeichnungen** zu Tafeln oder zu Holzschnitten sind auf **vom Manuscript getrennten** Blättern beizulegen. Bestehen die Zeichnungen zu Tafeln aus einzelnen Abschnitten, so ist, **unter Berücksichtigung** der Formatverhältnisse des Archives, denselben eine **Zusammenstellung**, die dem Kupferstecher oder Lithographen als Vorlage dienen kann, beizufügen.

ATLANTEN

von

Professor Dr. Wilhelm Braune in Leipzig.

Verlag von VEIT & COMP. in Leipzig.

Braune, Dr. Wilhelm, Professor der topographischen Anatomie zu Leipzig, **Topographisch-anatomischer Atlas.** Nach Durchschnitten an gefrornen Cadavern. Nach der Natur gezeichnet und lithographirt von C. SCHMIEDEL. Dritte Auflage. 33 farbige Tafeln. Mit zahlreichen Abbildungen im Text. (VI u. 69 S.) Imp.-Fol. 1888. geb. in Halbleinw. ℳ 120. —

Mit Supplement: **Die Lage des Uterus** etc. (s. u.) ℳ 165. —

——— **Topographisch-anatomischer Atlas.** Nach Durchschnitten an gefrornen Cadavern. (Kleine Ausgabe von des Verfassers topographisch-anatomischem Atlas mit Einschluss des Supplementes zu diesem: „Die Lage des Uterus und Foetus" etc.) 34 Tafeln in photographischem Lichtdruck. Mit 46 Holzschnitten im Text. (218 S.) Lex.-8. 1875. in Carton. ℳ 30. —

——— **Die Lage des Uterus und Foetus am Ende der Schwangerschaft.** Nach Durchschnitten an gefrornen Cadavern illustrirt. Nach der Natur gezeichnet und lithographirt von C. SCHMIEDEL. Colorirt von F. A. HAUPTVOGEL. Supplement zu des Verfassers topographisch-anatomischem Atlas. 10 Tafeln. Mit 1 Holzschnitt im Text. (4 S.) Imp.-Fol. 1872. in Mappe. ℳ 45. —

Auch mit englischem Text unter dem Titel:

——— **The position of the uterus and foetus at the end of pregnancy.** Illustrated by sections through frozen bodies. Drawn after nature and lithographed by C. SCHMIEDEL. Coloured by F. A. HAUPTVOGEL. Supplement to the authors topograph.-anatom. Atlas. 10 plates. With one woodcut in the text. (4 S.) Imp.-Fol. 1872. in Mappe. ℳ 45. —

——— **Der männliche und weibliche Körper im Sagittalschnitte.** Separat-Abdruck aus des Verfassers topograph.-anatom. Atlas. 2 schwarze Tafeln in Lithographie. Mit 10 Holzschnitten im Text. (32 S.) 1872. Imp.-Fol. (Text in gr. 8.) in Mappe. ℳ 10. —

——— **Das Venensystem des menschlichen Körpers.** Atlas in Imperial-Format, Text in gr. 8.

Erste Lieferung: **Die Venen der vorderen Rumpfwand des Menschen.** Vier Tafeln in Buntdruck mit erläuterndem Text (mit 13 Holzschnitten). 1884. ℳ 45. —

Zweite Lieferung: **Die Venen des Fusses und Unterschenkels.** Vier Tafeln in Buntdruck mit erläuterndem Text. 1889. ℳ 30. —

Zu beziehen durch alle Buchhandlungen des In- und Auslandes.

Das

ARCHIV

für

ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE,

Fortsetzung des von **Reil, Reil** und **Autenrieth, J. F. Meckel, Joh. Müller, Reichert** und **du Bois-Reymond** herausgegebenen Archives,

erscheint jährlich in 12 Heften von zusammen 66 Bogen mit zahlreichen in den Text eingedruckten Holzschnitten und 25—30 Tafeln.

6 Hefte entfallen auf den anatomischen Theil und 6 auf den physiologischen Theil.

Mit dem **anatomischen** Theil ist die **„Zeitschrift für Anatomie und Entwickelungsgeschichte"**, welche als selbständiges Organ zu erscheinen aufgehört hat, verschmolzen, in dem **physiologischen** Theil kommen auch die **Arbeiten aus dem physiologischen Institut der Universität Leipzig** zur Veröffentlichung, welche seither besonders erschienen.

Der Preis des Jahrganges beträgt 50 M.

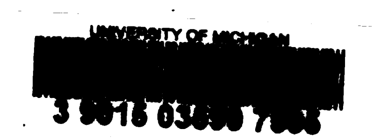
Auf die **anatomische** Abtheilung (Archiv für Anatomie und Entwickelungsgeschichte, herausgegeben von His und Braune), sowie auf die **physiologische** Abtheilung (Archiv für Physiologie, herausgegeben von E. du Bois-Reymond) kann **separat** abonnirt werden, und es beträgt bei Einzelbezug der Preis der anatomischen Abtheilung 40 M., der Preis der physiologischen Abtheilung 24 M.

Bestellungen auf das vollständige Archiv, wie auf die einzelnen Abtheilungen nehmen alle Buchhandlungen des In- und Auslandes entgegen.

Die Verlagsbuchhandlung:

Veit & Comp. in Leipzig.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.


UNIVERSITY OF MICHIGAN



